

Die Regenwürmer (Lumbricidae) des Naturwaldreservats Kinzigau (Hessen). Untersuchungszeitraum 1999–2001

Jörg Römbke, Theo Blick & Wolfgang H. O. Dorow

Kurzfassung

Im Totalreservat des Untersuchungsgebiets Kinzigau (eine Vergleichsfläche war nicht ausgewiesen) wurden 12 Regenwurmart gefunden. Es kann davon ausgegangen werden, dass die Lumbricidenfauna des Naturwaldreservats weitgehend vollständig erfasst wurde. Zwar stellt mit Ausnahme der Art *Aporrectodea handlirschi* (Rosa, 1897), deren Verbreitung in Europa unbekannt ist, keine der im Naturwaldreservat gefundenen Regenwurmart in biogeographischer Hinsicht eine Besonderheit dar, doch ist die corticole Art *Lumbricus eiseni* (Levinsen, 1884) als bemerkenswert anzusehen: sie gilt in Deutschland als selten, tritt aber im Naturwaldreservat in erheblicher Anzahl auf. Insgesamt entspricht die Artenzahl und -zusammensetzung weitgehend derjenigen, die in verschiedenen Auwäldern am Rhein gefunden wurde.

Aufgrund der für Regenwürmer suboptimalen Probenahmemethodik konnten die Fangzahlen nur qualitativ ausgewertet werden. Dabei wird zwar das vorkommende Artenspektrum mit den verwendeten Fallen repräsentativ wiedergegeben, nicht aber das Dominanzverhältnis, denn Mineralschichtbewohner (endogäische Arten) wie z. B. die Arten der Gattung *Aporrectodea* sind nur mit ca. 15 % vertreten, während Streuschichtbewohner (epigäische Arten) stellen mit 26 %, nach den keiner ökologischen Gruppe zuordenbaren Jungtieren der Gattung *Lumbricus* (43 %), den höchsten Anteil; Vertikalbohrer (anözische/anektische Arten) sind nur in den Bodenfallen mit 1 % vertreten. Besonders häufig ist die corticole Art *Lumbricus eiseni* (14 %). Bemerkenswert ist die extrem hohe Anzahl an Enchytraeen sowie, zum ersten Mal in den bisher untersuchten Naturwaldreservaten, das Auftreten von Egel (vor allem am Standort „Flutmulde“). Die Fangzahlen der Regenwürmer nahmen vom ersten zum zweiten Fangjahr hin in den Bodenfallen zu, in den Stammeklektoren dagegen ab. Die Ergebnisse differieren zudem je nach Fallentyp: Während in den Bodenfallen 12 Spezies nachgewiesen wurden, liegt die Artenzahl in den verschiedenen Stammeklektoren zusammen mit neun Spezies etwas niedriger. Das Naturwaldreservat Kinzigau ist das erste bisher untersuchte Gebiet, in dem die Fangzahl in den Bodenfallen höher ist als in den Stammeklektoren (Verhältnis 69 : 31 %). Letztere zeigten eine deutlich höhere Fängigkeit an Dürrständern im Gegensatz zu lebenden Bäumen. Im Vergleich mit den bisher untersuchten vier hessischen Naturwaldreservaten zeigten sich sowohl in abiotischer Hinsicht (Vegetation, Bodenfeuchte, pH (geschätzt), Höhenlage, Humusform) als auch hinsichtlich der Regenwurm-Biozönose deutliche Unterschiede im Naturwaldreservat Kinzigau. So ist die Verteilung auf die beiden Fangjahre gleichmäßiger, die Zahl der Fänge von feuchtigkeitsliebenden Arten deutlich erhöht und der Anteil der endogäischen Arten ebenfalls höher als in den anderen Gebieten (mit Ausnahme der Niddahänge). Speziell das Dominanzverhältnis auf der Ebene der ökologischen Gruppen in den Bodenfallen ähnelt demjenigen von Bodenbeprobungen. Dabei zeigt sich im Mittel der fünf (Totalreservat) bzw. vier (Vergleichsfläche) untersuchten Flächen kein Unterschied zwischen Totalreservaten und Vergleichsflächen. Die Untersuchungen in hessischen Naturwaldreservaten belegen, dass Regenwurmart, die bislang der Streuschichtfauna zugeordnet wurden, zum Teil in beträchtlichem Ausmaß Baumstämme (stehende und liegende, lebende und abgestorbene) als Lebensraum nutzen können. Gezielte ergänzende Untersuchungen könnten zu einem besseren Verständnis der Rolle der Regenwürmer in epigäischen Lebensräumen führen.

Die Forschungsarbeiten wurden in Kooperation mit dem „Landesbetrieb Hessen-Forst“ durchgeführt und durch diesen finanziell gefördert.

Abstract

Earthworms (Lumbricidae) of the Strict Forest Reserve Kinzigau (Hesse, Germany). Investigation period 1999-2001.

In the unmanaged part of the Strict Forest Reserve Kinzigau (there was no managed part) twelve lumbricid species were recorded. It is assumed that the earthworm fauna of the reserve was recorded almost completely. With the exception of the species *Aporrectodea handlirschi* (Rosa, 1897), whose distribution in Europe is not

known, no species found in this study is biogeographically remarkable. However, the corticolous *Lumbricus eiseni* (Levinsen, 1884) is considered to be rare in Germany, but was found in the reserve in large numbers. In general, species number and composition of the earthworms is similar to that found in different inundation forests along the river Rhine.

Since the sampling methods used are not optimal for collecting earthworms, the data were only assessed qualitatively. However, while the species spectrum found can be considered representative, the dominance spectrum is certainly biased, because only about 15 % are mineral dwellers (endogeics), such as species of the genus *Aporrectodea*, while after the juveniles of the genus *Lumbricus* (43 %), the highest fraction of worms (26 %) are litter dwellers (epigeics). Species living in vertical burrows (anecics) were only found in pitfall traps (1 %). Especially abundant is the corticolous species *Lumbricus eiseni* (14 %). The extremely high number of enchytraeids and (for the first time in one of the studied forest reserves) the occurrence of leeches (especially at a plot called Flutmulde) are remarkable. Numbers of earthworms caught increased from the first to the second year in the pitfall traps, but this fact is, at least partly, caused by the loss of two traps. Thus, the occurrence of an “emptying effect” is not very likely. The results also differed between sampling methods: twelve species occurred in the pitfall traps, but slightly less (nine) species were recorded in the stem eclectors (all eclectors together). The reserve Kinzigau is the first studied forest site in which more worms were caught in the pitfall traps than in the six types of stem eclectors together (ratio: 69 : 31 %). The latter traps were much more effective on standing dead tree trunks compared to living trees. In comparison with data from four other Strict Forest Reserves in Hesse which were so far studied, the abiotic conditions in the reserve Kinzigau differed clearly, e.g. in terms of soil moisture, pH (estimated), elevation, or humus type. The earthworm communities of the four other reserves, being in general similar, differ clearly from that found in the reserve Kinzigau. In the latter, the distribution between the two sampling periods is more similar, the number of species preferring higher soil moisture levels and the percentage of endogeic worms is higher (with exception of the site Niddahänge). Especially the dominance spectrum in the pitfall traps, as measured on the level of ecological groups, resembles that found in soil samples. On average, there was no difference in the percentage of the four ecological groups in the reserve areas versus the reference areas. Research in the Strict Forest Reserves of Hesse indicates for the first time that some earthworm species, usually considered to be epigeics, live on trees (standing or lying, dead or alive) in substantial numbers. Specifically targeted studies are necessary to understand the role of earthworms in above-ground habitats.

Research was conducted in cooperation with and financially supported by “Landesbetrieb Hessen-Forst”.

Keywords: biodiversity, Central Europe, corticolous, faunistics, *Lumbricus eiseni*, pedunculate oak-hornbeam forest

Inhaltsverzeichnis

1 Einleitung	26
2 Methoden	27
2.1 Probenahme	27
2.2 Determination	27
2.3 Bemerkungen zur Faunenerfassung	28
3 Ergebnisse und Diskussion	29
3.1 Überblick	29
3.2 Steckbriefe der vorkommenden Regenwurmartenspezies	31
3.3 Bemerkenswerte Arten	36
3.4 Verteilung der Arten	37
3.4.1 Verteilung der Arten auf die Fallentypen	37
3.4.2 Bodenfallen	38
3.4.3 Stammeklektoren	39
3.5 Ökologische Charakterisierung der Artengemeinschaft	41
3.5.1 Verbreitung	41
3.5.2 Lebensräume und Waldbindung	41
3.6 Repräsentativität der Erfassungen	43
3.6.1 Beurteilung der Regenwurmgemeinschaft des Naturwaldreservats Kinzigau	43
3.6.2 Diskussion der Regenwurmfänge der bisher untersuchten hessischen Naturwaldreservate	44
4 Literatur	48

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Anzahl der pro Monat mit allen Methoden gefangenen Regenwürmer	30
Abb. 2: Anzahl der pro Monat in den Bodenfallen gefangenen Regenwürmer	38
Abb. 3: Anzahl der pro Monat in allen Eklektortypen zusammen gefangenen Regenwürmer	40

Tabellenverzeichnis

Tab. 1: Oligochaetenfänge (Enchytraeidae, Hirudinea, Lumbricidae) im Naturwaldreservat Kinzigau, aufgeschlüsselt nach Fallnummern	29
Tab. 2: Übersicht aller im Untersuchungsgebiet gefangenen Regenwurmartenspezies mit Individuenzahlen pro Art und Dominanzanteil sowie deren ökologischer Klassifikation	31
Tab. 3: Individuenzahl und Dominanzspektrum der Regenwurmartenspezies in den Bodenfallen, aufgeteilt nach ökologischen Gruppen und Arten (Fangjahr I und II)	39
Tab. 4: Dominanzspektrum der Regenwurmartenspezies, Anteil der ökologischen Gruppen, Gesamtzahl und Artenzahl in den verschiedenen Stammeklektortypen, aufgeteilt nach ökologischen Gruppen und Arten	40
Tab. 5: Waldbindung der in den bisher untersuchten hessischen Naturwaldreservaten und deren Vergleichsflächen gefangenen Regenwurmartenspezies	42
Tab. 6: Vergleich der Regenwurmgemeinschaft im Naturwaldreservat Kinzigau mit denjenigen zweier Auenwälder am Rhein	43
Tab. 7: Charakteristische Standorteigenschaften der fünf bisher untersuchten hessischen Naturwaldreservate	45
Tab. 8: Ergebnisse der Regenwurmbeprobung in den fünf bisher untersuchten hessischen Naturwaldreservaten (= Totalreservaten) und ihren Vergleichsflächen	46
Tab. 9: Vergleich der Anteile der vier ökologischen Gruppen an der Gesamtzahl der in den Totalreservaten und den Vergleichsflächen gefangenen Regenwürmer	48

1 Einleitung

Die Lumbriciden wurden im Naturwaldreservat Kinzigau in Bodenfallen sowie in verschiedenen Eklektoren und, vereinzelt, in weiteren Fallen gefangen. Die adulten Tiere wurden bis zur Art und die Jungtiere bis zur Gattung determiniert. Da in den Proben überwiegend ökologisch gut bekannte Arten gefunden wurden, sind semiquantitative Abschätzungen zum Vorkommen dieser Tiere und qualitative Vergleiche zwischen dem Untersuchungsgebiet und anderen Gebieten möglich. Zudem wird versucht, die theoretisch anhand der Bodeneigenschaften (soweit bekannt) an diesem Standort vorkommende zu erwartende Regenwurmzönose zu ermitteln und diese mit dem real gefundenen Artenspektrum zu vergleichen. Dabei wird auf das Konzept der „Bodenbiologischen Standortklassifikation“ (BBSK) zurückgegriffen (RÖMBKE et al. 1998).

Um diese Abschätzungen nachvollziehbar zu machen, wird der aktuelle Kenntnisstand zur Ökologie der Lumbriciden kurz referiert und insbesondere auf das Konzept der „ökologischen Typen“ eingegangen (BOUCHÉ 1977). Danach wird jede gefundene Art hinsichtlich ihrer ökologischen Ansprüche charakterisiert. Die Überprüfung der sich daraus ergebenden Hypothesen könnte z. B. durch einen eigens auf Regenwürmer zugeschnittenen Probenplan erfolgen. Im Vergleich zu individuen- und artenreichen Gruppen, wie z. B. den meisten Arthropoden, ergibt sich bei den Regenwürmern die Schwierigkeit, dass aufgrund der kleinen Artenzahl der Einsatz statistischer Methoden eingeschränkt ist. Zudem wird die Verwendung ökologischer Indizes aufgrund theoretischer Überlegungen sowie eigener Erfahrungen (BECK et al. 1988) restriktiv gehandhabt.

Seit den Anfängen der Bodenbiologie werden Regenwürmer für viele Standorte Mitteleuropas als die wichtigsten Bodentiere angesehen. Diese große Bedeutung haben die Tiere nicht nur wegen ihrer hohen Biomasse, sondern vor allem wegen der wichtigen Funktionen, die sie im Bodenökosystem wahrnehmen. Dazu gehören die mechanische Durchmischung des Bodens, die Beschleunigung des Abbaus organischen Materials oder die Verbesserung des Wasserhaltevermögens von Böden durch die Bildung von Ton-Humus-Komplexen (ZACHARIAE 1965, SWIFT et al. 1979, PETERSEN & LUXTON 1982). Diese als positiv angesehenen ökologischen Funktionen werden jedoch meist nur von wenigen Arten (in gemäßigten Breiten insbesondere *Lumbricus terrestris*) erbracht (LAVELLE et al. 1997). Die Unterschiede in der Ökologie der verschiedenen Arten haben, unabhängig voneinander, LEE (1959, zitiert in LEE 1985) und BOUCHÉ (1977) für eine Klassifizierung der Arten nach ihrem Lebensraum innerhalb des Bodens benutzt. In der Literatur haben sich folgende Namen für die ökologischen Gruppen durchgesetzt:

Mineralschichtbewohner (= Endogées): Endogäische Arten leben in horizontalen Gängen im Boden, fressen Erde und nutzen deren organischen Gehalt als Nahrung. Sie sind nicht pigmentiert und besitzen eine schwache Grabmuskulatur.

Vertikalbohrer (= Anéciques): Anözische (bzw. anektische Arten) graben vertikale Gänge (bis 3 m tief) mit Öffnung zur Oberfläche, nehmen Blätter an der Oberfläche auf und fressen sie tief im Boden. Sie sind, zumindest dorsal, rot pigmentiert und besitzen eine starke Grabmuskulatur.

Streuschichtbewohner (= Épigées): Epigäische Arten graben keine Gänge im Boden sondern leben an der Bodenoberfläche, primär in der organischen Auflage. Sie fressen Streuteile und/oder die daran lebende Mikroflora. Diese Arten sind meist dunkelrot gefärbt (oft als Tarntracht) und weisen eine sehr starke Muskulatur für schnelle Bewegungen auf.

Rindenzwiler (= Corticoles): Die Gruppe der corticolen Arten, meist als Untergruppe der Streuschichtbewohner angesehen, wurde aufgrund von Erfahrungen mit tropischen Regenwürmern von LAVELLE (1984) aufgestellt. Sie leben an Bäumen bzw. auf oder in Stubben (bzw. generell in Totholz). Hinsichtlich ihrer Morphologie, Farbe und Verhalten ähneln sie den epigäischen Arten.

SATCHELL (1983) interpretierte aufgrund der Unterschiede in Verhalten, Morphologie und Physiologie die beiden Gruppen Streuschicht- bzw. Mineralschichtbewohner als Repräsentanten zweier Evolutionslinien: r-Selektion versus K-Selektion.

Die hohe Bedeutung der Regenwürmer für die physikalisch-chemischen Eigenschaften des Bodens und die Nährstoffversorgung der Pflanzen ist seit den Tagen Darwins bekannt. In der Literatur liegen vielfache Belege für ihre Rolle im Boden vor (vgl. z. B. SATCHELL 1983, LEE 1985, EDWARDS & BOHLEN 1997, EDWARDS 1998). Eine detaillierte Diskussion der Bedeutung der Regenwürmer würde den Rahmen dieses Beitrags sprengen, so dass im Folgenden nur deren wichtigste Aktivitäten aufgeführt werden:

- Förderung des Abbaus organischen Materials; direkt primär durch Fraß, sekundär durch Animpfung frischer Streu mit Mikroorganismen
- Verbesserung von Luft- und Wasserhaushalt des Bodens durch ihre Grabtätigkeit
- Einarbeitung organischen Materials in tiefere Bodenschichten und Bildung von Ton-Humus-Komplexen.

Generell beschleunigt die Anwesenheit von Regenwürmern (insbesondere von tiefgrabenden Arten wie z. B. *Lumbricus terrestris*) mikrobielle Umsetzungsprozesse beim Abbau der Laubstreu. Bei ausreichend hoher Aktivität bzw. Biomasse entsteht als vorherrschende Humusform ein Mull, die durch eine artenreiche Zersetzergesellschaft gekennzeichnet ist (SCHÄFER & SCHAUERMANN 1990). In jedem Fall sind die Regenwürmer aufgrund ihrer im Vergleich zu den anderen Bodentiergruppen hohen Biomasse ein wichtiges Glied im Nahrungsnetz des Bodens. Neben Maulwürfen, Dachsen, Füchsen und verschiedenen Vogelarten frisst auch eine Vielzahl von Invertebraten die Regenwürmer, z. B. Hundertfüßer und Laufkäfer. Regenwürmer können, wenn auch relativ selten, negative Einflüsse auf einen Standort haben: So sind die Tiere als Vektoren für verschiedene Nutzpflanzenkrankheiten bekannt (HAMPSON & COOMBES 1989).

2 Methoden

2.1 Probenahme

Regenwürmer (einschließlich Enchytraeen und Egel; siehe Kapitel 3.1) wurden insbesondere mit Bodenfallen sowie verschiedenen Eklektorentypen erfasst (zum eingesetzten Fallenspektrum siehe BLICK & DOROW 2012, in diesem Band; detaillierte Beschreibung siehe DOROW et al. 1992). Alle quantitativen Angaben beziehen sich auf absolute Fangzahlen, die nicht auf Flächeneinheiten (z. B. Quadratmeter) umrechenbar sind. Ein quantitativer Vergleich mit Literaturdaten ist daher nicht möglich. Eine speziell auf diese Tiergruppe ausgerichtete Beprobung (z. B. mittels Handauslese oder chemischer Austreibung, siehe DUNGER & FIEDLER (2000) erfolgte nicht).

Alle Regenwürmer wurden in einem Alkohol-Glyzerin-Gemisch (2 Teile 70 %er Alkohol + 1 Teil 99 %iges Glyzerin) fixiert und in Alkohol (70 %) gelagert.

2.2 Determination

Die im Untersuchungsgebiet gefangenen Regenwürmer wurden nach GRAFF (1953), STOP-BØWITZ (1969), BOUCHÉ (1972) und SIMS & GERARD (1999) bestimmt. In Zweifelsfällen wurde BLAKEMORE (2002) konsultiert, der in den letzten Jahren die aktuelle Taxonomie der Lumbriciden zusammengefasst hat. In dieser Arbeit orientiert sich die verwendete Nomenklatur an SIMS & GERARD (1999), da deren Schlüssel die größte Akzeptanz hat.

Alle adulten Tiere konnten zwölf bekannten Arten zugeordnet werden (Tab. 1). Aus der Gattung *Helodrilus* sp. wurde nur ein Jungtier gefangen, so dass sich dadurch die Gesamtartenzahl auf mindestens 13 erhöht. Die Jungtiere wurden nur bis zur Gattung (im Fall von *Dendrobaena/Dendrodrilus* nur bis zur Gattungsgruppe) bestimmt, da eine genauere Bestimmung entweder gar nicht oder nur mit sehr hohem Arbeitsaufwand möglich ist. Selbst bei einer plausiblen Zuordnung anhand der individuellen Größe (z. B. Unterscheidung zwischen Jungtieren der kleinen Art *Lumbricus eiseni* und denen der großen Arten *Lumbricus terrestris* bzw. *Lumbricus rubellus*), gibt es Überschneidungen, die eine Verwendung der so gewonnenen Zahlen stark einschränken würden.

Nachfolgend werden Erläuterungen zur Taxonomie einzelner Gattungen bzw. Arten gegeben:

- *Allolobophora* Eisen, 1873: In den letzten Jahren wurde diese Sammelgattung in mehrere Gattungen aufgeteilt (z. B. *Proctodrilus* (ZICSI 1985), *Helodrilus* (HÖSER 1997), *Murchieona* (GATES 1978) und *Aporrectodea* (EASTON 1983). Die taxonomische Aufspaltung von *Allolobophora* wurde von MRŠIĆ (1990, 1991) sowie von QIU & BOUCHÉ (1998a, 1998b, 1998c) weiter vorangetrieben. Den Vorschlägen der letztgenannten Autoren wurde hier nicht gefolgt.
- *Aporrectodea caliginosa* (Savigny, 1826): Die taxonomische Situation dieser Art ist unklar, denn sie wurde von verschiedenen Autoren in mindestens fünf Gruppen (*trapezoides*, *tuberculata*, *turgida*, *nocturna* und *caliginosa* s. l.) unterteilt, die allerdings fließend ineinander übergehen. Diese Gruppen werden von anderen Autoren lediglich als alters- und standortbedingte Varianten derselben Art angesehen (ZICSI 1982, CSUZDI & ZICSI 2003) – eine Sicht, der hier gefolgt wird. In die gleiche Richtung weisen die Ergebnisse einer Untersuchung in Nordost-Brandenburg, in der sich keine Korrelation zwischen der genetischen Variabilität adulter *A. caliginosa* und ihren morphologischen Merkmalen finden ließ (LENTZSCH et al. 2001). Neuere genetische Untersuchungen (FERNÁNDEZ et al. 2010) deuten allerdings daraufhin, dass es sich bei *Aporrectodea caliginosa* doch um einen Artenkomplex handeln könnte, der sogar *Aporrectodea longa* umfassen würde.
- *Dendrodrilus rubidus* (Savigny, 1826): Obwohl diese Art schon früh beschrieben wurde und weit verbreitet ist, wurde sie aufgrund ihrer großen morphologischen Ähnlichkeit mit Arten der Gattung *Dendrobaena* erst 1956 als eigenständig (zuerst noch als Untergattung von *Dendrobaena*) erkannt (OMODEO 1956). *Dendrodrilus* hat seit 1975 Gattungsrang und enthält nur eine Art, *Dendrodrilus rubidus*. Wegen der äußeren Ähnlichkeit lassen sich juvenile Tiere aus beiden Gattungen nur nach Sezieren anhand von anatomischen Merkmalen unterscheiden (GATES 1979). Die Art ist polymorph mit einem sehr variablen Geschlechtssystem. Mindestens vier Formen, deren taxonomischer Rang umstritten ist, werden in der ökologischen Literatur unterschieden: *rubidus*, *subrubicundus*, *tenuis* und *norvegicus*. Obwohl sich sowohl externe Unterschiede als auch verschiedene ökologische Präferenzen nachweisen ließen (*Dendrodrilus rubidus subrubicundus* z. B. ist relativ groß und bevorzugt Kompost), gibt es dennoch so viele Übergänge, dass die Trennung in diese Formen wenig sinnvoll erscheint.
- *Lumbricus eiseni* Levinsen, 1884: Die systematische Stellung dieser Art ist umstritten (GATES 1978). Ursprünglich wurde sie zu *Lumbricus*, später zu *Bimastos* Moore, 1893 bzw. *Eisenia* Malm, 1877 gestellt. Die Zuordnung zu den beiden letztgenannten Gattungen wurde von mehreren Autoren (z. B. BOUCHÉ 1972, ZICSI 1982) kritisiert, ohne dass eine Alternative vorgeschlagen wurde. MRŠIĆ (1990, 1991) stellte die Art, zusammen mit der ebenfalls verschiedenen Gattungen zugeordneten Spezies *Allolobophora parva*, in die neue Gattung *Allolobophoridella*. In diesem Artikel wurde SIMS & GERARD (1999) gefolgt, die die Art wieder zu *Lumbricus* stellten.

2.3 Bemerkungen zur Faunenerfassung

Seit Verabschiedung des Bundes-Bodenschutzgesetzes (BBodSchG 1998) stellt sich das Problem, die Funktion eines Bodens als „Lebensgrundlage und Lebensraum für [...] Bodenorganismen“ (§ 2) zu beurteilen. Eine Möglichkeit besteht darin, Standorte anhand ihrer Besiedlung mit Bodentieren zu klassifizieren (z. B. RUF et al. 2003). Diese Methode stützt sich auf die Annahme, dass in einem Boden mit bestimmten Eigenschaften (z. B. Bodenart, pH-Wert) eine vorhersagbare Biozönose vorkommt (= Erwartungswert). Wenn nun bei einer Beprobung die in diesem Boden gefundenen Arten (Istwert) andere und/oder weniger sind als die erwarteten, so ist dies als Hinweis auf eine mögliche anthropogene Beeinflussung aufzufassen und der Standort müsste genauer (z. B. auf mögliche Rückstände) untersucht werden. Im Allgemeinen sind Angaben zur Abundanz typischer Arten für eine solche Aufgabe wenig aussagekräftig, da sich diese in den verschiedenen Biotopen stark überschneiden. Im Gegensatz dazu erscheinen das Artenspektrum und die Dominanzstruktur für ein bodenbiologisches Klassifikationssystem („Bodenbiologischen Standortklassifikation“, BBSK) gut geeignet. Gegenwärtig wird versucht, diesen Ansatz, der mit Hilfe der Untersuchung von Regenwurmbiozönosen entwickelt wurde (z. B. PHILLIPSON et al. 1976, SPURGEON et al. 1996), für Monitoringzwecke heranzuziehen bzw. weiter zu entwickeln (BISPO et al. 2010, RÖMBKE et al. 1995, 1998, 2005, RUTGERS et al. 2008, SCHOUTEN et al. 1999).

3 Ergebnisse und Diskussion

3.1 Überblick

Die Fänge im Untersuchungsgebiet wurden über einen Zeitraum von zwei Jahren durchgeführt. Dabei lassen sich die folgenden Fangzeiträume unterscheiden:

Fangjahr I: 23.6.1999–21.6.2000, Fangjahr II: 21.6.2000–21.6.2001

Insgesamt wurden im Naturwaldreservat Kinzigaue 1811 Regenwürmer in 288 Proben nachgewiesen. Bei der Auswertung der Fänge wurde in Anlehnung an das Vorgehen bei gesetzlich vorgeschriebenen Freilandtests (ISO 2005) die 514 aufgrund ihres Erhaltungszustands nicht bis zur Gattung bestimmbaren Tiere nicht berücksichtigt. Außerdem wurde sich nur auf die Fallentypen beschränkt, die größere Individuenzahlen dokumentierten (Bodenfallen, Stammeklektoren an lebenden und toten Bäumen sowie Eklektoren an auf- und freiliegenden Stämmen), während Fallentypen mit nur wenigen Tiere (Totholzeklektoren, Fensterfallen, Stammfensterfallen) unberücksichtigt blieben. Die folgenden Auswertungen basieren somit auf 1274 Tieren, wobei fallweise die Daten der ab Anfang 2000 ausgefallenen Stammeklektoren KI 50 und KI 60 weggelassen werden.

Während im ersten Fangjahr 513 Tiere (ohne KI 50 & 60) gefangen wurden, waren es im zweiten Jahr 684. In Abb. 1 ist die Verteilung der Fänge über den gesamten Fangzeitraum wiedergegeben. Sowohl im ersten wie zweiten Fangjahr schwankten die Fangzahlen in der gleichen Größenordnung (ca. 20 bis 200 Individuen pro Monat). Die Fallenleerungen im März umfassen jeweils die Fänge der gesamten Winterperiode ab Ende November des Vorjahres. Im März 2001 war die Zahl der Würmer in den Eklektoren erhöht nicht jedoch im Frühjahr 2000. Im ersten und zweiten Fangjahr ist die von anderen Untersuchungen her zu erwartende Jahresdynamik der Regenwürmer (Maxima im Frühjahr und Herbst, Minima im Sommer und Winter) zum großen Teil erkennbar; nur das Frühjahrsmaximum im ersten Fangjahr fehlt.

Tab. 1: Oligochaetenfänge (Enchytraeidae, Hirudinea, Lumbricidae) im Naturwaldreservat Kinzigaue, aufgeschlüsselt nach Fallennummern (grau hinterlegt sind die Daten, die als Basis für die Auswertungen dienen)

Taxa	Fallennummer KI																	Summe									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	30	31	40	41	50		60	70	80	140	160	170	171	173	175
Enchytraeidae	68	54	3	19	2118	59	316	2065	391	517	1929	3	2	1001	6		17	20	5554	266		1			1	3	14413
Hirudinea	5						8	1	1		49	1															65
Lumbricidae	11	49	6	11	54	17	42	4	68	31	63	8		60	9	3	1	2	70	5			5	3	2	4	528
<i>Aporrectodea caliginosa</i>			2	4	2	1	2	3	2			3															19
<i>Aporrectodea handlirschi</i>							3							1		1											5
<i>Aporrectodea limicola</i>	4	5	2	3	11	1	7	13	2	2	2	1															53
<i>Aporrectodea rosea</i>					5				1													1					7
<i>Aporrectodea</i> sp.	7	8	10	3	15	2	13	15	34	1		1									1	1					111
<i>Dendrobaena octaedra</i>	6	5	1	2	2	4	3	1	3	1	2	2		1	2	2	3					5					45
<i>Dendrobaena/Dendrodrilus</i> sp.	13	5	6	9	8	6	7	7	6	8	10	2		1	17	2	18	8	6	1					2		142
<i>Dendrodrilus rubidus</i>	4			1	2	1	1		1	1		3			2		1	3		2							22
<i>Eiseniella tetraeda</i>								5			3				2												10
<i>Helodrilus</i> sp.									1																		1
<i>Lumbricus castaneus</i>	4	9	3	2	4	2		3	1	2	3	3					3	2					1		1		43
<i>Lumbricus eiseni</i>	18	5	2	6	5	2	2	10	5	2	3	3	8	1	29	11	4	13	3	51							183
<i>Lumbricus rubellus</i>	4	11	3	5	3	5	1	6	2	1	2	27					2										72
<i>Lumbricus</i> sp.	52	29	24	23	39	7	21	49	27	32	27	35	3	1	80	18	13	6	7	54	1	1			2	1	552
<i>Lumbricus terrestris</i>				2	3	1				2	2	1															11
<i>Octolasion cyaneum</i>	2	2						1				2															7
Anzahl Individuen	125	128	59	71	153	49	102	117	153	83	117	91	11	64	142	36	46	34	87	120	1	7	3	2	9	1	1811
Anzahl Arten	7	6	6	8	9	8	7	8	8	7	7	9	1	2	5	2	6	3	1	4	1		2		3	1	12

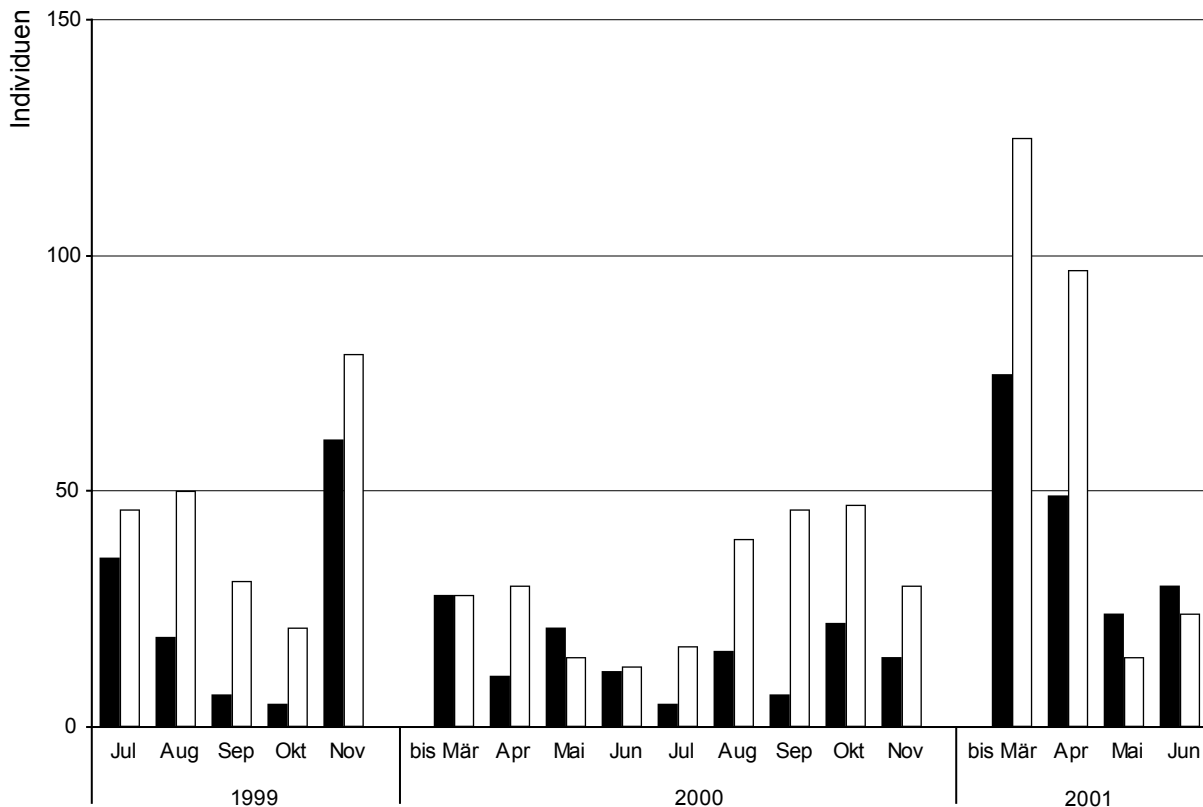


Abb. 1: Anzahl der pro Monat mit allen Methoden gefangenen Regenwürmer (schwarz Adulte, weiß Juvenile)

Von den bestimmbareren Individuen (ohne KI 50 & 60) waren 754 Tiere juvenil und 443 adult (63 : 37 %). In beiden Fangjahren änderte sich dieses Verhältnis kaum: Fangjahr I: 61 : 39 %; Fangjahr II: 64 : 36 %. Im Vergleich zu den bekannten Zahlen von Regenwürmern zeigt sich an diesem Standort keine Auffälligkeit (EDWARDS & BOHLEN 1997, LEE 1885).

Bei der Darstellung der Dominanzverteilung auf der Grundlage der Gesamtzahl aller Regenwürmer aus 12 Arten zeigt sich das folgende Bild (Tab. 2): Es dominieren mit 42,9 % aller Fänge Jungtiere der Gattung *Lumbricus*, gefolgt von Adulten der Art *Lumbricus eiseni* mit 14,3 % und Jungtieren aus der epigäischen Gattungsgruppe *Dendrobaena/Dendrodrius* mit 11,0 %. Relevante Anteile erreichen die Jungtiere von *Aporrectodea* sp. mit 8,7 % sowie vier epigäische Arten (*Lumbricus rubellus* (5,6 %), *Dendrobaena octaedra* (3,5 %), *Lumbricus castaneus* (3,2 %), *Dendrodrius rubidus* (1,7 %)) und zwei endogäische Arten (*Aporrectodea limicola* (4,2 %), *Aporrectodea caliginosa* (1,5 %)). Alle anderen Arten bzw. Gattungen (*Lumbricus terrestris*, *Eiseniella tetraeda*, *Aporrectodea rosea*, *Aporrectodea handlirschi*, *Octolasion cyaneum* und *Helodrilus* sp.) wurden nur mit Anteilen von unter 1 % gefunden.

Neben Lumbriciden wurden in den Proben regelmäßig Vertreter der Familie Enchytraeidae (Oligochaeta: Annelida) gefunden (Tab. 1: insgesamt 14413 Individuen in 97 Proben). Dabei fielen in fünf Proben so viele Würmer an, dass ihre Zahl (zusammen ca. 11500 Würmer) nur abgeschätzt werden konnte. Umgekehrt enthielten 55 Proben weniger als 10 Tiere. Auf die beiden Fangjahre (s. u.) waren diese Funde sehr ungleichmäßig verteilt, denn bei annähernd gleicher Zahl an Proben, die Enchytraeen enthielten (Fangjahr I: 42; Fangjahr II: 55) wurden im ersten Jahr 12694 Würmer und im zweiten Fangjahr nur 1720 Würmer gefangen. Diese Unterschiede lassen sich derzeit nicht erklären. Mit Ausnahme von vier Einzelfunden aus drei Stammfensterfallen und einer Fensterfalle stammten die Enchytraeen zu fast gleichen Teilen aus Bodenfallen (7544 Individuen aus 62 Proben) und Stammeklektoren (6866 Individuen in 31 Proben). Letztere wurden vor allem im nach außen offenen Eklektor an einem Freilieger (KI 70: 81,4 %) sowie an einer lebenden Esche (KI 31: 14,6 %) gefunden. Die hohe Zahl an Enchytraeen in den Stammeklektoren überrascht, da diese primär in der Streuschicht lebende Würmer in vorhergehenden Untersuchungen weit überwiegend in den Bodenfallen auftraten. Zudem ist deren Gesamtzahl im Vergleich zu anderen Naturwaldreservaten extrem hoch (schon die

Tab. 2: Übersicht aller im Untersuchungsgebiet gefangenen Regenwurmart mit Individuenzahlen pro Art und Dominanzanteil sowie deren ökologischer Klassifikation

Art	Individuenzahl	Dominanz [%]	Ökologische Gruppe
<i>Aporrectodea</i> sp.	111	8,7	endogäisch/Mineralschichtbewohner
<i>Aporrectodea caliginosa</i> (Savigny, 1826)	19	1,5	endogäisch/Mineralschichtbewohner
<i>Aporrectodea handlirschi</i> (Rosa, 1897)	5	0,4	endogäisch/Mineralschichtbewohner
<i>Aporrectodea limicola</i> (Michaelsen, 1890)	53	4,2	endogäisch/Mineralschichtbewohner
<i>Aporrectodea rosea</i> (Savigny, 1826)	7	0,5	endogäisch/Mineralschichtbewohner
<i>Dendrobaena/Dendrodriilus</i> sp.	140	11,0	epigäisch/Streuschichtbewohner
<i>Dendrobaena octaedra</i> (Savigny, 1826)	45	3,5	epigäisch/Streuschichtbewohner
<i>Dendrodriilus rubidus</i> (Savigny, 1826)	22	1,7	epigäisch/Streuschichtbewohner
<i>Eiseniella tetraeda</i> (Savigny, 1826)	10	0,8	epigäisch/Streuschichtbewohner
<i>Helodrilus</i> sp.	1	0,1	endogäisch/Mineralschichtbewohner
<i>Lumbricus</i> sp.	547	42,9	unterschiedlich
<i>Lumbricus castaneus</i> (Savigny, 1826)	41	3,2	epigäisch/Streuschichtbewohner
<i>Lumbricus eiseni</i> Levensen, 1884	183	14,4	kortikal/Rindenbewohner
<i>Lumbricus rubellus</i> Hoffmeister, 1843	72	5,7	epigäisch/Streuschichtbewohner
<i>Lumbricus terrestris</i> Linnaeus, 1758	11	0,9	anözisch/Vertikalgräber
<i>Octolasion cyaneum</i> (Savigny, 1826)	7	0,5	endogäisch/Mineralschichtbewohner
Anzahl Individuen	1274	100,0	

im Gebiet Goldbachs- und Ziebachsrück festgestellte Zahl von 2096 Enchyträen wurde als sehr hoch eingeschätzt, RÖMBKE 2009). Ein Zusammenhang zwischen hoher Individuenzahl in einer Probe und der dort vorkommenden Vegetation lässt sich im Untersuchungsgebiet nicht feststellen. Obwohl die Enchyträen nicht näher untersucht wurden (eine eindeutige Artbestimmung ist meist nur bei lebenden Individuen möglich), handelt es sich sehr wahrscheinlich um Vertreter der Gattungen *Fridericia* oder *Mesenchytraeus*, die an vergleichbaren Waldstandorten Deutschlands sehr häufig sind (RÖMBKE 1989). Aufgrund der für diese Würmer nicht geeigneten Erfassungsmethodik stellen die gefangenen Tiere nur einen Ausschnitt der Enchyträen-Zönose dar. Zudem dürften viele Tiere aufgrund ihrer geringen Größe (um 1 mm) bzw. ihrer Lebensweise (Mineralschichtbewohner) der Erfassung entgangen sein. Bei der Einschätzung der Rolle der Lumbriciden an einem Waldstandort ist es wegen des Antagonismus zwischen Regenwürmern und Enchyträen (GÖRNY 1984) sinnvoll, auch diese Tiergruppe mit einer adäquaten Methode (Nassextraktion; ISO 2006b) zu erfassen. Zudem wurden in 14 Proben (ausschließlich Bodenfallen, vgl. Tab. 1) insgesamt 65 Egel gefunden, von denen der größte Teil in der Flutmulde (KI 11: 49 Tiere) vorkam. Im Folgenden werden die Enchyträen und Egel nicht weiter betrachtet.

3.2 Steckbriefe der vorkommenden Regenwurmart

Die nachfolgenden Angaben zu den zwölf im Naturwaldreservat Kinzigau mit adulten Tieren nachgewiesenen Arten stellen eine Synopsis vieler Quellen dar (speziell BOUCHÉ 1972, EDWARDS & BOHLEN 1997, GRAFF 1953, LEE 1985, SATCHELL 1983), die kürzlich zusammengefasst wurden (STEFFENS 2011). Für jede Art werden Angaben zur Verbreitung, zum Vorkommen im Untersuchungsgebiet und zur Ökologie (Klassifizierung, Ernährung, Lebensdaten, verbreitungsbestimmende Umweltfaktoren) gemacht. Daten zu diesen Arten, die in Regionen außerha Mittel- und Nordeuropas erhoben wurden (z. B. aus Spanien: BRIONES et al. 1995) wurden nicht berücksichtigt, da nicht auszuschließen ist, dass sich die ökologischen Präferenzen verschiedener Populationen der gleichen Art unterscheiden. In der Literatur liegen keine Informationen zur Regenwurmbesiedlung von Au-Standorten Südhessens vor (die nächstgelegenen Untersuchungen dieser Art fanden in den Sechziger Jahren am Rhein in Nordbaden statt (VOLZ 1962)). Daher wird im Folgenden das Auftreten der einzelnen Arten der Kinzigau mit deren Vorkommen in den anderen bisher untersuchten hessischen Naturwaldreservaten Niddahänge östlich Rudingshain (RÖMBKE 1999), Schönbuhe (RÖMBKE 2001), Hohestein (RÖMBKE 2006) und Goldbachs- und Ziebachsrück (RÖMBKE 2009) verglichen.

***Aporrectodea caliginosa* (Savigny, 1826)**

[Funde: 19 Adulte]

Vorkommen im Gebiet: Neunzehn Individuen dieser Art wurden in den Bodenfallen gefangen, wobei kein Zusammenhang mit den Fallenstandorten erkennbar ist.

Verbreitung: Durch den Menschen wurde *Aporrectodea caliginosa*, ursprünglich aus Europa stammend, in alle gemäßigten Regionen der Welt verschleppt. In Mitteleuropa kommt die Art praktisch in allen Biotopen mit Ausnahme von Mooren vor. Sie ist häufig mit *Lumbricus terrestris* und *Aporrectodea rosea* vergesellschaftet, in Buchenwäldern auch mit *Dendrodrilus rubidus*, *Dendrobaena octaedra* und *Lumbricus rubellus*. In den Gebieten Niddahänge östlich Rudingshain und Hohestein lag ihr Dominanzanteil bei 2,5 % bzw. 0,9 %. Im Gebiet Goldbachs- und Ziebachsrück wurde die Art selten (Dominanzanteil: 0,1 %) nachgewiesen und im Gebiet Schönbuche fehlte sie.

Ökologie: *Aporrectodea caliginosa* gilt als typischer Mineralschichtbewohner, der in Tiefen von 10-15 cm, maximal 50 cm, vorkommt, wobei sich große, alte Tiere fast wie Tiefgräber verhalten können. Die Art ernährt sich von Mikroorganismen und organischer Substanz im Boden. Reifezeit, Kokonzahl, Schlupfzeiten und -dauer schwanken stark je nach klimatischen Bedingungen und werden auch durch die Abundanz beeinflusst. Das Verhältnis zwischen juvenilen und adulten Tieren liegt meist bei 2 : 1. *Aporrectodea caliginosa* gilt als acidophob mit einem pH-Präferenzbereich von 6,0–8,0 und einem Toleranzbereich von 4,0-11,1. Die Art bleibt bis ca. 2 °C aktiv und hat keine obligate Diapause. Bei Trockenheit weicht sie entweder in tiefere Schichten aus oder geht in Diapause. Staunässe macht ihr wenig aus. Mit Ausnahme von Torfböden werden alle Bodentypen besiedelt.

***Aporrectodea handlirschi* (Rosa, 1897)**

[Funde: 5 Adulte]

Vorkommen im Gebiet: Fünf Individuen dieser Art wurden zu fast gleichen Teilen in Bodenfallen (drei Individuen in KI 7) bzw. in Stammeklektoren (jeweils ein Tier in KI 40 und KI 50) gefangen. Aufgrund der geringen Fangzahl sind weitere Aussagen nicht möglich.

Verbreitung: Diese Art stammt aus dem südlichen Teil Eurasiens und wurde bisher im westlichen Teil des Kaukasus, der nördlichen Türkei, Italien sowie, niemals häufig, auch in Mitteleuropa nachgewiesen. In den bisher untersuchten hessischen Naturwaldreservaten wurde sie nicht nachgewiesen (vgl. auch Kapitel 3.3 „Bemerkenswerte Arten“).

Ökologie: *Aporrectodea handlirschi* ist ein Mineralschichtbewohner.

***Aporrectodea limicola* (Savigny, 1826)**

[Funde: 53 Adulte]

Vorkommen im Gebiet: Die 53 Individuen dieser Art wurden ausschließlich in Bodenfallen gefangen, wobei sich kein Zusammenhang mit einzelnen Fallenstandorten zeigte.

Verbreitung: Diese Art kommt primär in Mittel- und Nordeuropa vor, wurde aber durch den Menschen auch nach Nordamerika verschleppt. Trotz weiter Verbreitung gilt sie als selten. Ihr Vorkommen ist auf feuchte Standorte, oft in der Nähe von Gewässern, beschränkt (z. B. Sümpfe, Auwälder, aber auch Feuchtwiesen). In den hessischen Naturwaldreservaten wurde sie nur in den Niddahängen östlich Rudingshain gefangen (zwei Individuen).

Ökologie: *Aporrectodea limicola* ist ein Mineralschichtbewohner mit Vorliebe für sehr feuchte, oft lehmige Böden. Bisher wurde sie bei einem pH zwischen 3,7 und 7,0 gefunden.

***Aporrectodea rosea* (Savigny, 1826)**

[Funde: 7 Adulte]

Vorkommen im Gebiet: Die sieben Individuen dieser Art wurde mit einer Ausnahme nur in Bodenfallen gefangen, fünf davon in der Nähe von Weißdorn (KI 5).

Verbreitung: *Aporrectodea rosea* ist in der paläarktischen Region weit verbreitet und wurde durch den Menschen global in viele nicht-tropische Gebiete verschleppt. Sie ist in Äckern, Wiesen und Laubwäldern gleichermaßen weit verbreitet; d. h. die Art zeigt eine breite ökologische Valenz. Die Art ist häufig mit *Lumbricus terrestris*, *Aporrectodea longa* und *Aporrectodea caliginosa* vergesellschaftet. Bisher wurde sie nur in den Naturwaldreservaten Niddahänge östlich Rudingshain sowie Goldbachs- und Ziebachsrück mit einem Dominanzanteil von 2,5 % bzw. 0,5 % nachgewiesen. Trotz ausgeprägter Polyploidie und starker Variabilität (insbesondere der männlichen Organe) ist diese Art kaum verwechselbar, u. a. wegen der im Leben auffälligen hellrosa Färbung.

Ökologie: *Aporrectodea rosea* gilt als typischer Mineralschichtbewohner, dessen Gänge zwar bis 75 cm tief sein können, ihren Schwerpunkt aber bei ca. 10 cm Tiefe haben. Die Tiere ernähren sich von Anreicherungen organischer Substanz (weniger Mikroorganismen) im Boden. Die Kokonproduktion erfolgt im Frühjahr/Sommer, der Schlupf bevorzugt im Herbst. Pro Jahr werden ca. drei (maximal acht) Kokons pro Wurm abgelegt. Die Art bleibt bis ca. 2-4 °C aktiv und hat daher im Vergleich zu *Aporrectodea caliginosa* eine etwas geringere Aktivitätsdauer. *Aporrectodea rosea* gilt als acidophob mit einem pH-Toleranzbereich von pH 4-10. Auf Trockenheit reagiert sie empfindlich, entweder durch Ausweichen in tiefere Schichten oder mit einer Diapause. Praktisch alle nicht stark verdichteten Bodentypen werden von ihr akzeptiert.

***Dendrobaena octaedra* (Savigny, 1826)**

[Funde: 45 Adulte]

Vorkommen im Gebiet: Die Art wurde, im Gegensatz zu den Untersuchungen im Gebiet Schönbuche (wo sie nur in Bodenfallen auftrat), aber in Übereinstimmung mit der Situation in den Gebieten Niddahänge östlich Rudingshain, Hohestein und Goldbachs- und Ziebachsrück sowohl in Bodenfallen als auch in fünf Eklektoren (KI 31, KI 40, KI 41, KI 50, KI 80) gefunden, wobei pro Falle und Fangperiode nicht mehr als drei Tiere auftraten.

Verbreitung: *Dendrobaena octaedra* ist in der paläarktischen Region weit verbreitet und wurde durch den Menschen auch nach Nordamerika verschleppt. Die Art ist typisch für die Streuauflage saurer Nadel- und Laubwälder, häufig in Assoziationen mit *Lumbricus rubellus* und *Dendrodrilus rubidus*. In den Gebieten Niddahänge östlich Rudingshain, Schönbuche, Hohestein und Goldbachs- und Ziebachsrück lag ihr Dominanzanteil bei knapp 2 %, 10,1 %, 4,4 % und 7,5 %. BALTZER (1956) bezeichnet *Dendrobaena octaedra* als „Kulturflüchter“.

Ökologie: *Dendrobaena octaedra* gilt als typischer Streuschichtbewohner, der meist im Auflagehumus oder an Baumstubben vorkommt. Dort ernährt er sich von anersetzter Streu bzw. den dort lebenden Mikroorganismen, seltener auch von Tierkot. Mehrfach wurden Populationen mit ausschließlich parthenogenetischer Vermehrung beschrieben. Kokons werden hauptsächlich im Frühsommer abgelegt; schon acht Wochen später schlüpfen die Jungtiere. Wie bei allen „Épigées“ werden sehr viele Kokons produziert. *Dendrobaena octaedra* ist acidophil mit einem pH-Präferenzbereich von 3,4-5,5, kann aber auch Werte bis 7,7 tolerieren. Da die Art bei hohen oder tiefen Temperaturen nicht nach unten ausweichen kann, reagiert sie auf diese Bedingungen mit Ruhepausen bzw. mit Rückzug in geschützte Refugien wie Moospolster oder Baumstubben. *Dendrobaena octaedra* übersteht aber auch das Einfrieren im Boden. Als Streuschichtbewohner zeigt die Art keine Abhängigkeit von speziellen Bodentypen.

***Dendrodrilus rubidus* (Savigny, 1826)**

[Funde: 22 Adulte]

Vorkommen im Gebiet: Die 22 Individuen dieser Art wurden im Gegensatz zu früheren Untersuchungen (z. B. im der Schönbuche) nicht nur in vier Eklektoren (KI 40, KI 50, KI 60, KI 80; pro Falle und Fangperiode nicht mehr als zwei Tiere) gefunden, sondern trat auch in den Bodenfallen auf.

Verbreitung: In ganz Europa ist *Dendrodrilus rubidus* in sauren Laubwäldern häufig, insbesondere in oder an Baumstubben. Die Tiere kriechen manchmal an Stämmen hoch. Diese Art ist oft mit *Lumbricus rubellus*, *Dendrobaena octaedra* (Erlenwald) oder mit *Aporrectodea caliginosa* (Buchenwald) vergesellschaftet. Im Gebiet Niddahänge östlich Rudingshain lag ihr Dominanzanteil bei etwas über 4 %, im Gebiet Schönbuche bei 2,3 %, im Gebiet Hohestein bei 16,7 % sowie im Gebiet Goldbachs- und Ziebachsrück bei 7,9 %.

Ökologie: *Dendrodrilus rubidus* gilt als typischer Streuschichtbewohner, der vorzugsweise im Auflagehumus oder an Baumstubben vorkommt. Dort ernährt er sich von weit zersetzter Streu bzw. den dort lebenden Mikroorganismen. Die Tiere sind häufig in der Nähe des Kots von *Lumbricus terrestris* zu finden. Die Lebensdaten ähneln denen von *Dendrobaena octaedra*, so werden z. B. bis zu 45 Kokons pro Jahr abgelegt (auch parthenogenetische Populationen sind bekannt).

Dendrodrilus rubidus ist acidophil mit einem pH-Präferenzbereich von 3,7-4,5. Da die Art bei hohen oder tiefen Temperaturen nicht nach unten ausweichen kann, reagiert sie auf diese Bedingungen mit Ruhepausen bzw. mit Rückzug in geschützte Refugien wie Baumstubben. Als Streuschichtbewohner besteht keine Abhängigkeit von speziellen Bodentypen.

***Eiseniella tetraeda* (Savigny, 1826)**

[Funde: 10 Adulte]

Vorkommen im Gebiet: Acht der zehn Individuen dieser Art wurden in Bodenfallen gefangen (KI 8, KI 11), während die beiden übrigen in einem Stammeklektor an einem Dürrständer auftraten (KI 40).

Verbreitung: Aus der paläarktischen Region stammend ist *Eiseniella tetraeda* nicht nur in ganz Europa sondern heute durch anthropogene Verschleppung weltweit (außerhalb der Tropen) in der Nähe von Gewässern verbreitet. Im Gebiet Niddahänge östlich Rudingshain wurde sie mit einem Einzelfund nachgewiesen, während sie in den anderen bisher untersuchten Naturwaldreservaten nicht gefangen wurde. Manchmal ist sie mit *Octolasion tyrtaeum* vergesellschaftet

Ökologie: *Eiseniella tetraeda* gilt als Streuschichtbewohner, der sich primär am Rand oder sogar in Gewässern aufhält, wobei er Orte mit hohem Anteil an organischem Material bevorzugt (z. B. in der Nähe der Wurzeln von Wasserpflanzen, in totem organischen Material oder im Spülsaum, teils auch unter Steinen). Die Art scheint sich überwiegend parthenogenetisch fortzupflanzen, doch wurden auch vereinzelt Fälle sexueller Vermehrung beschrieben. In Bezug auf den pH-Wert zeigt *Eiseniella tetraeda* eine große Variabilität und ist daher als indifferent einzustufen (4,6-8,5). Als Streuschichtbewohner besteht keine Abhängigkeit von speziellen Bodentypen.

***Lumbricus castaneus* (Savigny, 1826)**

[Funde: 43 Adulte]

Vorkommen im Gebiet: Die 43 Individuen dieser Art wurden zu fast 90 % in Bodenfallen gefunden. Häufungen an bestimmten Fallenstandorten sind nicht erkennbar.

Verbreitung: In ganz Europa mit Ausnahme der Iberischen Halbinsel ist *Lumbricus castaneus* in Laubwäldern (seltener in Gärten, Wiesen oder Äckern) regelmäßig, aber nie dominant vertreten. In den Gebieten (Totalreservate & Vergleichsflächen) Niddahänge östlich Rudingshain, Schönbuche, Hohestein und Goldbachs- und Ziebachsrück ist die Art mit Dominanzanteilen von 1,6 %, 0,9 %, 1,2 % und 0,2 % verbreitet.

Ökologie: *Lumbricus castaneus* gilt als Streuschichtbewohner mit geringer Grabfähigkeit, der sich von wenig zersetzter Streu ernährt. Bei hohen Kokonzahlen verläuft die Reproduktion ähnlich, aber etwas langsamer als bei anderen Streuschichtbewohnern (z. B. *Dendrobaena octaedra*). *Lumbricus castaneus* bevorzugt feuchte Böden und wird als acidophob mit einem pH-Präferenzbereich von 5,3-7,0 und einem Toleranzbereich von 3,9-8,4 eingestuft. *Lumbricus castaneus* scheint tonige, nicht zu dichte Böden zu bevorzugen.

***Lumbricus eiseni* Levinsen, 1884**

[Funde: 183 Adulte]

Vorkommen im Gebiet: Diese Art ist die „Charakterart“ aller Typen von Stammeklektoren (KI 30–KI 80), denn zwei Drittel aller Funde dieser Art erfolgten dort (= 78 % aller dort gefangenen adulten Regenwürmer). In den Bodenfallen beträgt ihr Anteil nur 20 %. Diese ungleiche Verteilung auf die verschiedenen Fallentypen ist auf das Verhalten der Tiere zurückzuführen, die als einzige deutsche

Lumbriciden fast ausschließlich Baumstämme und -stubben als Lebensraum bevorzugen und sich dabei erstaunlich weit vom Boden entfernen können: Die an lebenden Bäumen bzw. Dürrständern angebrachten Stammeklektoren in den hessischen Naturwaldreservaten hängen etwa in 1,80 m Höhe.

Verbreitung: Die Art dürfte in Westeuropa weit verbreitet sein, doch wird sie wegen ihrer Lebensweise oft übersehen. Dagegen stellten sie bei einer Untersuchung im Vogelsberg (EGGERT 1982: sub *Bimastos eiseni*) unter Rinde einen Anteil von 23,6 % aller gefangenen Regenwürmer. In einem Fall konnte sie an einem Apfelbaum in feuchtem Moos in 2 m Höhe gefangen werden. Ihr Dominanzanteil lag in den Gebieten Hohestein, Schönbuche und Niddahänge östlich Rudingshain etwa ähnlich hoch (19,3 %, 14,4 % bzw. 16,5 %), während sie im Goldbachs- und Ziebachsrück etwas häufiger war (26,7 %).

Ökologie: *Lumbricus eiseni* gilt unter den mitteleuropäischen Regenwürmern als die Art, die am ehesten an Bäumen klettert. In einem Moder-Buchenwald im Schwarzwald wurden einige Tiere auch in Kopfdosen von Boden-Fotoeklektoren gefangen (Beck, pers. Mittl.). Selbst in den Kronen bayrischer Eichen, d. h. in einer Höhe von 15-22 m, wurden einige Individuen dieser Art gefunden (Goßner pers. Mittl.). *Lumbricus eiseni* ist acidophil bis acidotolerant (pH-Präferenzbereich 3,6-7,6) und bevorzugt feuchte Standorte (vgl. auch Kapitel 3.3 „Bemerkenswerte Arten“).

***Lumbricus rubellus* Hoffmeister, 1843**

[Funde: 72 Adulte]

Vorkommen im Gebiet: Mit nur zwei Ausnahmen wurde diese große Art weit überwiegend in den Bodenfallen gefangen. Im Gegensatz zu den meisten anderen Streuschichtbewohnern kann die Verbreitung von *Lumbricus rubellus* auch von Bodeneigenschaften abhängen, denn mit zunehmendem Alter verhalten sich adulte Individuen eher wie Vertikalbohrer.

Verbreitung: In der ganzen Holarktis ist *Lumbricus rubellus* in Nadel- und Laubwäldern weit verbreitet, aber auch an Graslandstandorten und sogar in Ansammlungen organischen Materials (z. B. Komposthaufen) wurde er gefunden. Auch diese Art wurde durch den Menschen weltweit verschleppt. In Laubwäldern tritt die Art fast immer mit *Dendrobaena octaedra* zusammen auf, wobei sie an sehr sauren Standorten oft die letzte noch vorkommende Lumbricidenart ist. In den anderen bisher untersuchten hessischen Naturwaldreservaten ist sie mit einem Dominanzanteil von rund 5 % jeweils eine der häufigsten Arten.

Ökologie: *Lumbricus rubellus* gilt zwar als Streuschichtbewohner, lebt aber als adultes Tier eher im Grenzbereich zum Mineralboden (Tiefenpräferenz durchschnittlich 5-10 cm). Die Art gilt als wichtigster Streuzersetzer in den Wäldern Mitteleuropas. Trotz der hohen Kokonzahlen (ca. 100 pro Jahr) sind Schlupfdauer (16 Wochen) und Lebensdauer bis zur Geschlechtsreife (ca. 9 Monate) relativ lang, so dass die Art hier wie auch bei der ökologischen Typisierung eine Zwischenstellung einnimmt. Parthenogenetische Populationen sind nicht bekannt. *Lumbricus rubellus* ist acidotolerant und kommt bei pH-Werten von 3,3-8,4 vor. Die Tiere vermeiden sehr tiefe bzw. hohe Temperaturen, indem sie sich in tiefere Schichten eingraben (bis zu 50 cm). Sie bevorzugen feuchte Böden, meiden aber Staunässe. *Lumbricus rubellus* zeigt keine Vorliebe für einen bestimmten Bodentyp.

***Lumbricus terrestris* Linnaeus, 1758**

[Funde: 11 Adulte]

Vorkommen im Gebiet: *Lumbricus terrestris*, die nach *Lumbricus badensis* Michaelsen, 1907 zweitgrößte Regenwurmart in Deutschland, wurde nur in Bodenfallen gefunden. Diese Art ist zwar horizontal sehr mobil, aber kein „Kletterer“.

Verbreitung: In der ganzen Holarktis ist *Lumbricus terrestris* in allen nicht-sauren Böden weit verbreitet, insbesondere in Wiesen und Laubwäldern. Auch diese Art wurde durch den Menschen weltweit in außertropische Regionen verschleppt. In Wiesen ist die Art oft mit *Aporrectodea caliginosa* vergesellschaftet, während in Laubwäldern darüber hinaus auch Assoziationen mit *Aporrectodea rosea* und *Octolasion cyaneum* vorkommen. Sie wird regelmäßig, aber selten in hohen Dichten gefunden. Bei hohem Grundwasserstand und saurem Boden (z. B. in allen Nadelwaldflächen) fehlte sie ganz. In der Vergleichsfläche der Niddahänge und im Totalreservat der Schönbuche wurden je zwei Individuen dieser Art gefangen. Im Gebiet Hohestein lag ihr Dominanzanteil bei 2,5 %.

Ökologie: *Lumbricus terrestris* ist ein typischer Vertikalbohrer (Anecique). Die Gänge können bis zu 3 m tief sein. Zum Fressen kommen die Tiere an die Bodenoberfläche, wo sie weitgehend intakte Blätter aufnehmen und in ihre Gänge ziehen. Die geringe Kokonzahl und deren lange Entwicklungsdauer sprechen für eine K-Strategie. Die Tiere können mindestens 8 Jahre alt werden. Das Verhältnis von Adulten zu Jungtieren liegt bei ca. 1 : 7. *Lumbricus terrestris* ist acidotolerant und kann zwischen pH-Werten von 3,5 bis 10 vorkommen, bevorzugt aber eindeutig neutrale Böden. Möglicherweise ist sie die Lumbricidenart mit der ausgeprägtesten Basotoleranz. Die Tiere gehen nie in eine Diapause, sondern ziehen sich bei Temperaturen unter 0° C bzw. im Hochsommer in tiefere Bodenschichten zurück. Hinsichtlich der Bodenfeuchte sind keine Vorzugsbereiche feststellbar, wobei die Toleranzbreite erstaunlich ist (*Lumbricus terrestris* kann sowohl in sehr trockenen Böden wie auch unter Wasser überleben). Die Art vermeidet flachgründige Böden, speziell im Gebirge.

***Octolasion cyaneum* (Savigny, 1826)**

[Funde: 7 Adulte]

Vorkommen im Gebiet: Die sieben Individuen von *Octolasion cyaneum* wurden an fünf verschiedenen Bodenfallenstandorten gefunden. Aufgrund der geringen Fangzahl sind weitere Aussagen nicht möglich.

Verbreitung: Diese Art ist unzusammenhängend über weite Teile Europas (mit Ausnahme Osteuropas) verbreitet. Sie ist speziell in Dauerweiden häufig, aber selten dominant. In Wäldern wird sie regelmäßig in geringer Dichte angetroffen. Häufig ist eine Assoziation von *Octolasion cyaneum* mit *Lumbricus terrestris*, *Aporrectodea longa*, *Aporrectodea caliginosa* und *Aporrectodea rosea*, die als typisch für Mullböden anzusehen ist. In den Gebieten Niddahänge östlich Rudingshain und Hohestein liegt ihr Dominanzanteil bei jeweils 0,6 %, während es im Gebiet Schönbuche 1,1 % sind. Im Gebiet Goldbachs- und Ziebachsrück traten nur Jungtiere dieser Gattung auf.

Ökologie: *Octolasion cyaneum* ist ein Mineralschichtbewohner, der große Mengen Erde relativ unselektiv aufnimmt und von den darin enthaltenen organischen Substanzen lebt. Die Tiere vermehren sich obligatorisch parthenogenetisch. Die Kokonzahl ist im Vergleich zu anderen Lumbriciden durchschnittlich (ca. 13 pro Jahr und pro Wurm). *Octolasion cyaneum* scheint hinsichtlich des pH-Werts mit einem Vorkommen zwischen 3,5 bis 8,2 recht indifferent sein, doch liegt der Verbreitungsschwerpunkt nach eigener Erfahrung im basischen Bereich. Die Tiere reagieren empfindlich auf Trockenheit und suchen daher aktiv feuchtere Stellen im Boden auf und können auch limnische Biotope besiedeln. Die Art bevorzugt humose, kalkreiche Böden.

3.3 Bemerkenswerte Arten

Von den zwölf gefundenen Arten sind zwei als bemerkenswert zu klassifizieren: *Aporrectodea handlirschi* und *Lumbricus eiseni*. Alle anderen Arten gehören zu den zu erwartenden Spezies für feuchte hessische Waldstandorte.

Aporrectodea handlirschi stellt in biogeographischer Hinsicht eine Besonderheit dar, da es bisher keine genaue Vorstellung vom Verbreitungsgebiet dieser Art gibt. Wie schon in Kapitel 3.2 „Steckbriefe der vorkommenden Regenwurmartentypen“ erwähnt, wurde *Aporrectodea handlirschi* in weiten Teilen Süd- und Mitteleuropas und vereinzelt auch in Nordeuropa gefunden. In Deutschland wurde sie in Baden-Württemberg an mindestens acht Wiesen-Standorten bei Stuttgart sowie mehrfach an verschiedenen Graslandstandorten im Remstal (BELOTTI 1997) und auch in Hessen am Rande eines Grabens im Vogelsberg (EGGERT 1982) nachgewiesen. Bei den Baden-Württemberger Funden gibt es keinen deutlichen Hinweis auf eine erhöhte Feuchtigkeitspräferenz dieser Art. Die bisher vorliegenden Informationen zu den jeweiligen Standortbedingungen erlauben es nicht, die ökologischen Ansprüche dieser Art einzugrenzen oder eine begründete Vermutung über ihr Verbreitungsgebiet zu äußern.

Die Biologie der in Deutschland bis vor einigen Jahren als selten geltenden corticolen Art *Lumbricus eiseni* wurde bereits in Kapitel 3.2 „Steckbriefe der vorkommenden Regenwurmartentypen“ beschrieben. Das häufige Auftreten dieser Art im hier beschriebenen Material sowie in allen vier bisher untersuchten Naturwaldreservaten ist durch den Einsatz von Stammeklektoren gut erklärbar. Interessanterweise

ist die Studie von EGGERT (1982) über die Regenwürmer des Hohen Vogelsbergs, eine der wenigen Arbeiten, in der *Lumbricus eiseni* als relativ weit verbreitet aufgeführt wird. Dies dürfte darauf zurückzuführen sein, dass dieser Autor vor allem qualitative Aufsammlungen durchgeführt und dabei auch Mikrohabitate wie Baumstämme untersucht hat. Aufgrund eigener Erfahrungen kommt *L. eiseni* aber auch im Schwarzwald (RÖMBKE 1985) und im Erzgebirge (Römbke unveröff.) vor.

Eine Beurteilung des Vorkommens von Lumbriciden hinsichtlich ihrer der Gefährdung (z. B. in Form Roter Listen) gibt es in Deutschland nicht, doch dürfte keine der gefundenen Arten in ihrem Bestand gefährdet sein. Erste europäische Rote Listen liegen für die Tschechische Republik und Serbien (FARKAC et al. 2005, STOJANOVIC et al. 2008) vor. Für Mitteleuropa ist nicht bekannt, dass in den letzten 100 Jahren eine Regenwurmart ausgestorben oder in ihrer Verbreitung stark zurückgegangen ist. Insgesamt nimmt die Verbreitung der Regenwürmer in Europa allerdings ab, da die Fläche der für diese Tiere besiedelbaren Böden aufgrund menschlicher Eingriffe immer weiter zurückgeht.

3.4 Verteilung der Arten

Aufgrund der nicht auf Regenwürmer ausgerichteten Fangmethodik ist der Versuch einer Darstellung der Populationsdynamik einzelner Arten nicht sinnvoll.

3.4.1 Verteilung der Arten auf die Fallentypen

Unter den eingesetzten Fallentypen (vgl. DOROW et al. 1992) sind für die Erfassung der Regenwürmer die Bodenfallen sowie die verschiedenen Typen von Eklektoren von Bedeutung (in Farbschalen, Totholzeklektoren, Fenster- bzw. Stammfensterfallen wurden keine oder nur sehr wenige Oligochaeten gefangen). Die Stammeklektoren unterscheiden sich wie folgt:

- Eklektoren an dem Boden weitgehend aufliegenden toten Stämmen fangen die Tiere, die den Stamm entlanglaufen („Auflieger Außenfalle“: KI 50);
- Eklektoren an dem Boden weitgehend aufliegenden toten Stämmen fangen die Tiere, die aus einem einen Meter langen Stammabschnitt schlüpfen („Auflieger Innenfalle“: KI 60);
- Eklektoren an weitgehend freiliegenden (d. h. mit wenig Bodenkontakt) toten Stämmen fangen die Tiere, die den Stamm entlanglaufen („Freilieger Außenfalle“: KI 70);
- Eklektoren an weitgehend freiliegenden (d. h. mit wenig Bodenkontakt) toten Stämmen fangen die Tiere, die aus einem einen Meter langen Stammabschnitt schlüpfen („Freilieger Innenfalle“: KI 80).

In Bezug auf die Fängigkeit von Regenwürmern unterscheiden sich diese Fallen erheblich, da sich die an den lebenden Bäumen bzw. Dürrständern angebrachten Fallen in 1,8 m Höhe über dem Erdboden befinden, während sich die an den auf- bzw. freiliegenden Eklektoren eher in Bodennähe befinden. Bei den „Außenfallen“ ist ein direkter Zugang für die Würmer über die Stammoberfläche möglich, während sie die „Innenfallen“ nur nach „Durchbohren“ des morschen Holzes erreichen können. Bei den Eklektoren an aufliegenden Stämmen können sie vom Boden kommend direkt einwandern, während sie die an freiliegenden Stämmen angebrachten Fallen nur über den Wurzelteller oder den geringen Kontaktbereich zwischen Stamm und Boden erreichen können. Pro Falle liegen mit zwei Ausnahmen (siehe unten) im Versuchszeitraum Proben aus 18 Fallenleerungen vor, von denen nicht alle Regenwürmer enthielten. Die beiden an dem aufliegenden Stamm angebrachten Fallen (KI 50 und 60) fielen Ende November 1999 aus und konnten nicht ersetzt werden, so dass hier nur jeweils fünf statt 18 Proben genommen werden konnten.

3.4.2 Bodenfallen

Während der beiden Fangjahre wurden in den Bodenfallen 884 Regenwürmer gefangen (307 im Fangjahr I und 577 im Fangjahr II). Auffällig ist, dass im 2. Fangjahr die Zahl der in den Fallen gefundenen Tiere fast doppelt so hoch war wie im 1. Fangjahr (35 : 65 %). In den monatlichen Proben wurden zwischen 17 und 142 Tiere gefunden, wobei jahreszeitliche Muster mit Ausnahme des Spätherbst-Frühjahrsmaximums im 2. Fangjahr kaum erkennbar sind (Abb. 2). Wie schon erwähnt könnte dies eventuell auf ihre erhöhte Aktivität aufgrund eines in diesem Jahr lang anhaltenden Hochwassers zurückzuführen sein.

Insgesamt zeigt sich in den Bodenfallen in den beiden Fangjahren, analog zur deutlich höheren Anzahl im 2. Fangjahr, auch ein Anstieg der Artenzahl (allerdings nur um den Faktor 1,5; d. h. von acht auf zwölf) (Tab. 3). Mit zwölf Spezies plus einem Jungtier aus der Gattung *Helodrilus* liegt die mit diesem Fallentyp erfasste Artenzahl im oberen durchschnittlichen Bereich mitteleuropäischer Waldstandorte (RÖMBKE et al. 1997). Von den Jungtieren abgesehen (insgesamt 63,6 %) dominiert die epigäische Art *Lumbricus rubellus* mit 7,9 %, gefolgt von *Lumbricus eiseni* (7,1 %), *Aporrectodea limicola* (6,0 %), *Lumbricus castaneus* (4,2 %) und *Dendrobaena octaedra* (3,6 %). Nicht vernachlässigbar mit Anteilen von 2,1 %, 1,6 % und 1,2 % kommen *Aporrectodea caliginosa*, *Dendrodrilus rubidus* und *Lumbricus terrestris* in den Proben vor. Alle sonstigen Arten liegen unterhalb von 1,0 %. Dominant sind, nach den keiner ökologischen Gruppe zuzuordnenden *Lumbricus* sp. (41,3 %), mit 28,1 % die Streuschichtbewohner (Épigées), während die Mineralschichtbewohner (Endogées) mit 22,3 % und die Vertikalbohrer mit 1,2 % vertreten sind. Der Anteil von eindeutig zu den Rindenbewohnern zu zählenden Tieren liegt bei 7,1 % – ein Wert, der sicher eine Unterschätzung darstellt, da ein unbekannter, aber nicht zu vernachlässigender Teil der Jungtiere von *Lumbricus* sp. ebenfalls zu dieser Gruppe gehören dürfte.

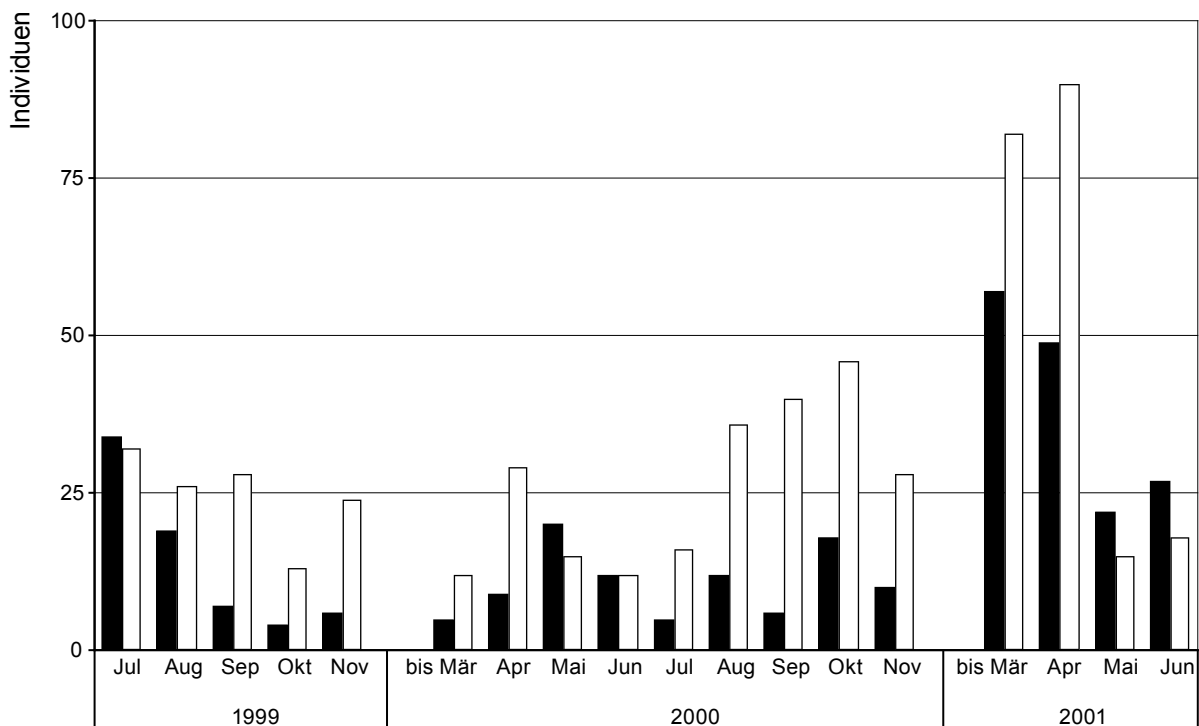


Abb. 2: Anzahl der pro Monat in den Bodenfallen gefangenen Regenwürmer (schwarz Adulte, weiß Juvenile)

Tab. 3: Individuenzahl und Dominanzspektrum der Regenwurmart in den Bodenfallen, aufgeteilt nach ökologischen Gruppen und Arten (Fangjahr I und II)

Art und ökologische Gruppe	Fangjahr I	Fangjahr II	Gesamt	Dominanz (%)
Mineralschichtbewohner	49	149	198	22,3
<i>Aporrectodea</i> sp.	30	79	109	12,3
<i>Aporrectodea caliginosa</i>	9	10	19	2,1
<i>Aporrectodea handlirschi</i>	–	3	3	0,3
<i>Aporrectodea limicola</i>	10	43	53	6,0
<i>Aporrectodea rosea</i>	–	6	6	0,7
<i>Helodrilus</i> sp.	–	1	1	0,1
<i>Octolasion cyaneum</i>	–	7	7	0,8
Vertikalgräber	5	6	11	1,2
<i>Lumbricus terrestris</i>	5	6	11	1,2
Streuschichtbewohner	106	141	249	28,1
<i>Dendrobaena/Dendrodrilus</i> sp.	36	51	88	9,9
<i>Dendrobaena octaedra</i>	12	20	32	3,6
<i>Dendrodrilus rubidus</i>	5	9	14	1,6
<i>Eiseniella tetraeda</i>	–	8	8	0,9
<i>Lumbricus castaneus</i>	14	22	37	4,2
<i>Lumbricus rubellus</i>	39	31	70	7,9
Rindenbewohner	22	41	63	7,1
<i>Lumbricus eiseni</i>	22	41	63	7,1
unterschiedlich	125	240	366	41,3
<i>Lumbricus</i> sp.	125	240	366	41,3
Anzahl Individuen	307	577	887	100,0
AnzahlArten	8	12	20	100,0

3.4.3 Stammeklektoren

Wie oben dargelegt gehören zu dieser Gruppe sechs verschiedene Fallentypen. Die Zahl der in diesen Fallen gefundenen Regenwürmer ist Tab. 4 zu entnehmen. Aus Gründen der Übersichtlichkeit sind dabei pro Fallentyp jeweils die Gesamtzahl der gefangenen Würmer, die Artenzahl sowie der Dominanzanteil jeder Art (nicht aber die Absolutzahl pro Art) angegeben. Ein Vergleich zwischen diesen Fallentypen ist aufgrund der unterschiedlichen Fallenzahl und deren nicht immer gleichen Fangdauer nur bedingt möglich. Die folgenden Schlussfolgerungen deuten sich allerdings an:

- die Zahl der Regenwürmer ist an lebenden Bäumen deutlich geringer als an Dürrständern;
- in den Fallen an auf- bzw. freiliegenden Stämmen wurde meist eine relativ geringe Zahl an Tieren (17 – 45) gefunden, wobei deren Zahl bei der erstgenannten Gruppe aufgrund der kurzen Fängigkeit sicher unterschätzt wird;
- überraschend hoch ist die Zahl der Regenwürmer im Innenteil des Eklektors an einem freiliegenden Stamm. Allerdings waren die Fangzahlen in den Proben am aufliegenden Stamm weitgehend gleichmäßig verteilt, während in der Innenfalle am freiliegenden Stamm fast alle Tiere aus nur einer Probe (KI 80, 22.10.-25.11.1999) stammten. Gründe dafür sind nicht bekannt.

Da nicht eruierbar ist, wie viele der Jungtiere von *Lumbricus* sp. zur Art *Lumbricus eiseni* und damit zu den Rindenbewohnern gehören oder zu einer der beiden anderen nachgewiesenen *Lumbricus*-Arten (*Lumbricus castaneus*, *Lumbricus rubellus*), ist der Vergleich des Anteils der ökologischen Gruppen schwierig (selbst wenn unter den adulten Tieren nur *Lumbricus eiseni* in einem Fallentyp nachgewiesen wurde). Allerdings dominieren, nach *Lumbricus* sp. (46,7 %), in allen Fallentypen Rinden- und Streuschichtbewohner, die 30,8 % bzw. der jeweils gefangenen Würmer stellen. Vertikalbewohner fehlen völlig und auch Mineralschichtbewohner tauchen nur vereinzelt auf (1,3 %). In den einzelnen Fallentypen wurden zwischen 2 und 6 Arten nachgewiesen. Dabei ist darauf hinzuweisen, dass das Auftreten einer Art in diesen Fallen nicht zu einer Klassifikation als Rindenbewohner führt. Dies ist erst dann gerechtfertigt, wenn der Schwerpunkt ihres Auftretens an Bäumen liegt. Dies ist nach jetzigem Kenntnisstand nur bei *Lumbricus eiseni* der Fall.

Tab. 4: Dominanzspektrum der Regenwurmarten, Anteil der ökologischen Gruppen, Gesamtzahl und Artenzahl in den verschiedenen Stammeklektortypen, aufgeteilt nach ökologischen Gruppen und Arten (Dominanzanteil der ökologischen Gruppen im Fettdruck)

Art und ökologische Gruppe	Lebende Bäume (KI 30/31)	Dürrständer (KI 40/41)	Aufliegend außen (KI 50)	Aufliegend innen (KI 60)	Freiliegend außen (KI 70)	Freiliegend innen (KI 80)	Stammeklektoren insgesamt
Mineralschichtbewohner	–	0,6	2,2	–	5,9	1,8	1,3
<i>Aporrectodea</i> sp.	–	–	–	–	5,9	0,9	0,5
<i>Aporrectodea handlirschi</i>	–	0,6	2,2	–	–	–	0,5
<i>Aporrectodea rosea</i>	–	–	–	–	–	0,9	0,3
Streuschichtbewohner	13,4	16,2	60,0	40,7	35,3	6,9	21,3
<i>Dendrobaena/Dendrodriulus</i> sp.	6,7	11,4	40,0	25,0	35,3	0,9	13,6
<i>Dendrobaena octaedra</i>	6,7	2,4	6,7	–	–	4,3	3,3
<i>Dendrodriulus rubidus</i>	–	1,2	2,2	9,4	–	1,7	2,1
<i>Eiseniella tetraeda</i>	–	1,2	–	–	–	–	0,5
<i>Lumbricus castaneus</i>	–	–	6,7	6,3	–	–	1,3
<i>Lumbricus rubellus</i>	–	–	4,4	–	–	–	0,5
Rindenbewohner	60,0	24,1	8,9	40,6	17,6	44,3	30,8
<i>Lumbricus eiseni</i>	60,0	24,1	8,9	40,6	17,6	44,3	30,8
unterschiedlich	26,7	59,0	28,9	18,8	41,2	47,0	46,7
<i>Lumbricus</i> sp.	26,7	59,0	28,9	18,8	41,2	47,0	46,7
Anzahl Individuen	15	166	45	32	17	115	390
Anzahl Arten	2	5	6	3	3	4	8

Während der beiden Fangjahre wurden in den Stammeklektoren 390 Regenwürmer gefangen; d. h. etwas weniger als die Hälfte der in den Bodenfallen gefangenen Würmer, ohne die Fallen KI 50 und KI 60, die nur im ersten Fangjahr eingesetzt wurden, waren es 313 Würmer. Dabei wurden 206 Tiere im Fangjahr I und 107 im Fangjahr II festgestellt. Für den Unterschied zwischen den beiden Fangjahren ist praktisch ausschließlich die Probe KI 80 vom 25.11.1999 verantwortlich (100 Tiere). Der Zeitverlauf

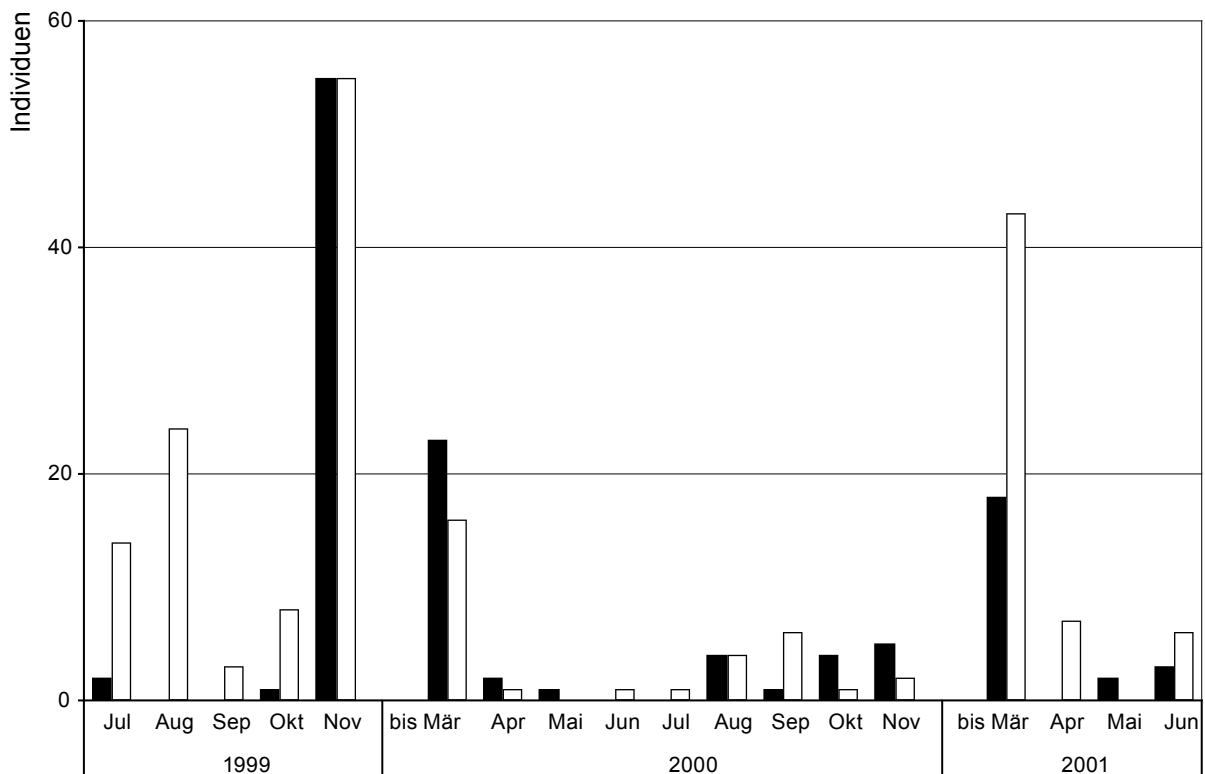


Abb. 3: Anzahl der pro Monat in allen Eklektortypen zusammen gefangenen Regenwürmer (schwarz Adulte, weiß Juvenile)

der Zahl der Regenwürmer in allen Eklektoren zusammen ist durch deutliche Unterschiede in den einzelnen Proben gekennzeichnet, wobei sich, wie bei den Bodenfallen im 2. Fangjahr (s. o.), Maxima im Spätherbst-Frühjahr erkennen lassen (Abb. 3).

Trotz der deutlich niedrigeren Individuenzahl kamen in allen Eklektortypen acht der zwölf Arten aus den Bodenfallen vor. Die Fänge der Mineralschichtbewohner (*Aporrectodea* sp., *Aporrectodea handlirschi*, *Aporrectodea rosea*) in Stammeklektoren an lebenden Eichen sowie an Dürrständern zeigen, dass auch diese Arten, wenn auch in geringerem Maße als epigäische bzw. corticole Spezies, Baumstämme zumindest bis in eine Höhe von ca. 1,80 m als Lebensraum nutzen können. Besonders fällt bei den Regenwurmarten aus Eklektoren auf, dass die dominante Art der Bodenfallen (*Lumbricus rubellus*) nur mit zwei Einzelindividuen vorkommt. Obwohl die Art meist als epigäisch charakterisiert wird, haben vor allem die adulten Tiere eine fast an Vertikalbohrer erinnernde Lebensweise; d. h. sie graben sich eher in den Mineralboden hinein. Zudem wird deutlich, dass es zwischen den Gruppen der epigäischen bzw. corticolen Spezies Verhaltensunterschiede gibt, die sich vor allem auf deren Fähigkeit zum „Klettern“ bezieht. Gegenwärtig ist nicht zu entscheiden, ob die geringere Zahl im Fangjahr II als „Leerfangeffekt“ einzuschätzen ist. Ein solcher Fall könnte auftreten, wenn die Tiere sich zur Überwinterung oder in Trockenperioden nur in das den jeweiligen Baum umgebende Erdreich zurückziehen und danach von dort wieder auf den Stamm zurückkehren. Ähnliche Beobachtungen wurde auch in den Gebieten Goldbachs- und Ziebachsrück, Hohestein und Schönbuche gemacht. Gezielte Experimente sind notwendig, um diese Frage zu klären.

3.5 Ökologische Charakterisierung der Artengemeinschaft

3.5.1 Verbreitung

Von GRAFF (1953) werden für Deutschland 23 Regenwurmarten als regelmäßig vorkommend angegeben; zehn davon wurden auch im Untersuchungsgebiet nachgewiesen. Zwei weitere im Naturwaldreservat Kinzigaue vorkommende Arten (*Aporrectodea handlirschi*, *Lumbricus eiseni*) gehören zu einer Gruppe von zwölf Arten, die von GRAFF (1953) als selten oder eingeschleppt erwähnt werden. Demnach hat dieser Autor insgesamt 35 Arten in Deutschland festgestellt. Allerdings konnte das Auftreten von sieben der von Graff genannten Arten in Deutschland in einer kürzlich durchgeführten Literaturlauswertung (STEFFENS 2011) nicht bestätigt werden. Stattdessen wurden fünf weitere Arten nachgewiesen (*Dendrobaena vejvodski*, *Eisenia andrei*, *Lumbricus friendi*, *Lumbricus meliboeus*, *Lumbricus polyphemus*). Die von Graff genannte Art *Allolobophora jenensis* wurde mittlerweile mit *Aporrectodea rosea* synonymisiert (BLAKEMORE 2002). Damit sind 32 Regenwurmarten für Deutschland gemeldet. Im flächenmäßig etwa vergleichbaren Großbritannien wurden bisher 26 Lumbricidenarten gefunden (SIMS & GERARD 1999), während in südlicheren, außerhalb der Gletscherzone der Eiszeiten liegenden Gebieten in Frankreich oder dem Balkan mindestens fünfmal mehr Arten vorkommen (STOP-BØWITZ 1969, BOUCHÉ 1972). Bezugnehmend auf die Arbeit von STEFFENS (2011) sind demnach von den zwölf im Naturwaldreservat Kinzigaue gefundenen Arten elf in Deutschland bzw. Mittel- und Nordeuropa weit verbreitet, auch wenn dies im Fall von *Lumbricus eiseni* der Literatur (noch) nicht zu entnehmen ist (vgl. Kapitel 3.3; Einzelheiten zur Verbreitung bei der Vorstellung der Arten: siehe Kapitel 3.2). Überraschend ist der Nachweis von *Aporrectodea handlirschi*, die zwar im südlichen Eurasien weit verbreitet, aber eher selten ist.

3.5.2 Lebensräume und Waldbindung

Die Fangzahlen aus dem Naturwaldreservat Kinzigaue (und auch den übrigen bisher untersuchten hessischen Naturwaldreservate und deren Vergleichsflächen) belegen nur bei einer Art eine starke Bindung an ein Mikrohabitat: Dies ist die corticole Spezies *Lumbricus eiseni*, die zu rund 78 % in den verschiedenen Stammeklektoren gefunden wurde. Im Naturwaldreservat Kinzigaue wurden an Dürrständern (24 Proben) 40 adulte *L. eiseni*, an lebenden Eichen (11 Proben) nur neun Tiere dieser Art gefunden (Tab. 4). Ihr Dominanzanteil liegt aber wegen der deutlich geringeren Zahl der Regenwürmer an lebenden Bäumen insgesamt (nur 15 im Vergleich zu 166 an Dürrständern) an den lebenden Eichen bei

60 %, bei den Dürrständern dagegen nur bei 24,1 %. Dieser Unterschied in der Dominanz verschwindet aber, wenn man die Jungtiere von *Lumbricus* sp. (die zum weit überwiegenden Teil zu *Lumbricus eiseni* gehören dürften) dazu zählt, denn dann liegt der gemeinsame Dominanzanteil bei 83,1 % (Dürrständer) zu 86,7 % (lebende Eiche bzw. Esche). Im Gebiet Hohestein unterschied sich das Vorkommen adulter *Lumbricus eiseni* mit jeweils rund 20 % nicht zwischen lebenden Buchen und Dürrständern, während bei Einbeziehung der Jungtiere von *Lumbricus* sp. das Verhältnis bei 51,4 % (Dürrständer) zu 42,8 % (lebende Buchen) lag. Im Gebiet Goldbachs- und Ziebachsrück unterschied sich der Dominanzanteil von *Lumbricus eiseni* und der von Jungtieren der Gattung *Lumbricus* sp. zusammen an den lebenden Buchen und den Dürrständern stärker (64,8 % bzw. gegenüber 86,2 %). Unterschiede in der Besiedlung könnten auch auf unterschiedlichen Zersetzungsgraden der untersuchten Dürrständer beruhen.

Generell ist das Naturwaldreservat Kinzigau durch das Auftreten von als feuchteliebend einzuschätzenden Arten (speziell *Aporrectodea limicola*, *Eiseniella tetraeda* und *Octolasion cyaneum*) charakterisiert. Allerdings ist am feuchtesten Fallenstandort, der Flutmulde, nur der Dominanzanteil von *Eiseniella tetraeda* höher als in den Bodenfallen generell. Dort wurden auch die meisten Egel gefunden (typische Vertreter aquatischer Lebensräume; vgl. Kapitel 3.1). Auffallend ist allerdings, dass die Art *Allolobophora chlorotica* (Savigny, 1826) – der häufigste Feuchteanzeiger in deutschen Böden (GRAFF 1953) – im Naturwaldreservat Kinzigau fehlt.

Das Vorkommen von Bodenorganismen wie Regenwürmern lässt sich, im Gegensatz z. B. zu den Bewohnern der Vegetationsschicht, nur wenig mit Habitatsstrukturen oder bestimmten Lebensräumen korrelieren. So kommen die meisten der gefundenen Arten (insbesondere Mineralschichtbewohner, teils aber auch die Streuschichtbewohner, z. B. *Lumbricus rubellus*, *Lumbricus castaneus*) sowohl in Wäldern als auch an Grünlandstandorten vor. Selbst die in Äckern gefundene Regenwurmzönose enthält zwar weniger Arten als die an Standorten mit gleichen Bodeneigenschaften, aber anderer Nutzung, doch gibt es fast keine typischen Arten für ein bestimmtes Biotop. Ausnahmen stellen Arten dar, die sehr feuchte Standorte bewohnen (z. B. *Eiseniella tetraeda*). Auch Rindenbewohner sind an das Vorkommen entsprechender Strukturen gebunden, doch mit Ausnahme von *Lumbricus eiseni* werden alle anderen Arten, die an Baumstubben gefangen wurden, häufiger in der Streuauflage gefunden.

Das Auftreten keiner der im Naturwaldreservat Kinzigau gefundenen Arten ist für Waldstandorte ungewöhnlich. In Hinsicht auf ihre Waldbindung lassen sie sich in vier Gruppen unterteilen (Tab. 5):

- eine Art kommt regelmäßig im Wald vor, ohne Schwerpunkt: *Lumbricus eiseni*;
- vier Arten kommen regelmäßig in Wald und Offenland, mit Schwerpunkt im Wald, vor: *Dendrobaena octaedra*, *Dendrodilus rubidus*, *Eiseniella tetraeda*, *Lumbricus rubellus*;

Tab. 5: Waldbindung der in den bisher untersuchten hessischen Naturwaldreservaten und deren Vergleichsflächen gefangenen Regenwurmarten
(im Naturwaldreservat Kinzigau nachgewiesene Arten sind grau hinterlegt)

Arten	Waldbindung
<i>Aporrectodea caliginosa</i> (Savigny, 1826)	im Wald und im Offenland mit Schwerpunkt im Offenland
<i>Aporrectodea handlirschi</i> (Rosa, 1897)	im Wald und im Offenland mit Schwerpunkt im Offenland
<i>Aporrectodea limicola</i> (Michaelsen, 1890)	im Wald und im Offenland ohne Schwerpunkt
<i>Aporrectodea longa</i> (Ude, 1885)	im Wald und im Offenland ohne Schwerpunkt
<i>Aporrectodea rosea</i> (Savigny, 1826)	im Wald und im Offenland mit Schwerpunkt im Offenland
<i>Dendrobaena octaedra</i> (Savigny, 1826)	im Wald und im Offenland mit Schwerpunkt im Wald
<i>Dendrodilus rubidus</i> (Savigny, 1826)	im Wald und im Offenland mit Schwerpunkt im Wald
<i>Eisenia fetida</i> (Savigny, 1826)	im Offenland und sonstigen Lebensräumen (z. B. im Haus)
<i>Eiseniella tetraeda</i> (Savigny, 1826)	im Wald und im Offenland mit Schwerpunkt im Wald
<i>Helodrilus oculatus</i> (Hoffmeister, 1845)	im Wald und im Offenland mit Schwerpunkt im Offenland
<i>Lumbricus castaneus</i> (Savigny, 1826)	im Wald und im Offenland ohne Schwerpunkt
<i>Lumbricus eiseni</i> Levinsen, 1884	im Wald ohne Schwerpunkt
<i>Lumbricus meliboeus</i> Rosa, 1884	im Wald ohne Schwerpunkt
<i>Lumbricus rubellus</i> Hoffmeister, 1843	im Wald und im Offenland mit Schwerpunkt im Wald
<i>Lumbricus terrestris</i> Linnaeus, 1758	im Wald und im Offenland ohne Schwerpunkt
<i>Octolasion cyaneum</i> (Savigny, 1826)	im Wald und im Offenland ohne Schwerpunkt
<i>Octolasion tyrtaeum</i> (Savigny, 1826)	im Wald und im Offenland ohne Schwerpunkt

- vier Arten kommen regelmäßig in Wald und Offenland vor, ohne besonderen Schwerpunkt: *Aporrectodea limicola*, *Lumbricus castaneus*, *Lumbricus terrestris*, *Octolasion cyaneum*;
- drei Arten kommen regelmäßig in Wald und Offenland, mit Schwerpunkt im Offenland, vor: *Aporrectodea caliginosa*, *Aporrectodea handlirschi*, *Aporrectodea rosea*.

3.6 Repräsentativität der Erfassungen

3.6.1 Beurteilung der Regenwurmgemeinschaft des Naturwaldreservats Kinzigau

In der Hanau-Seligenstädter Senke bzw., weiter gefasst, in einem südhessischen Auenwald wurden bisher keine Regenwurmbeprobungen vorgenommen. Die nächstgelegenen Untersuchungen in regelmäßig überfluteten Wäldern dürften Studien am Rhein sein, wobei deren Ergebnisse aus Nordbaden veröffentlicht wurden (VOLZ 1962, 1976), die aus Rheinhessen dagegen nicht (Römbke unveröff.). In Tab. 6 ist die jeweilige Artenzusammensetzung dargestellt. Dabei fällt auf, dass die Unterschiede als sehr klein einzuschätzen sind: die Zahl der gefundenen Arten ist sehr ähnlich (12-14) und auch die Zusammensetzung gleicht sich weitgehend. Insgesamt wurden 19 Arten nachgewiesen, die sich in drei Gruppen unterscheiden lassen:

- in allen drei Studien gefunden (6 Arten): *Aporrectodea caliginosa*, *Aporrectodea limicola*, *Aporrectodea rosea*, *Eiseniella tetraeda*, *Lumbricus rubellus*, *Lumbricus terrestris*;
- in zwei Studien gefunden (7 Arten): *Allolobophora chlorotica*, *Aporrectodea handlirschi*, *Octolasion cyaneum*, *Octolasion tyrtaeum*, *Dendrobaena octaedra*, *Dendrodrilus rubidus*, *Lumbricus castaneus*;
- nur in einer Studie gefunden (6 Arten): *Dendrobaena platyura*, *Dendrobaena pygmaea*, *Helodrilus antipae*, *Helodrilus oculatus*, *Lumbricus eiseni*, *Murchieona minuscula*.

Diese Übereinstimmung ist überraschend, da die drei Untersuchungen hinsichtlich der räumlichen Ausdehnung (Ingelheim: 2 Flächen in ca. 500 m Entfernung; Naturwaldreservat Kinzigau: rund zwanzig Fallen auf einer Fläche von 18,1 ha; Rheinauen: mehrere Standorte über einen Bereich von ca. 50 km

Tab. 6: Vergleich der Regenwurmgemeinschaft im Naturwaldreservat Kinzigau mit denjenigen zweier Auenwälder am Rhein (Ingelheim: Römbke unveröff.; Rheinauen: VOLZ 1962, 1976)

Art	Kinzigau	Ingelheim (Rhein)	Versch. Rheinauen
<i>Allolobophora chlorotica</i> (Savigny, 1826)		X	X
<i>Aporrectodea caliginosa</i> (Savigny, 1826)	X	X	X
<i>Aporrectodea handlirschi</i> (Rosa, 1897)	X		X
<i>Aporrectodea limicola</i> (Michaelsen, 1890)	X	X	X
<i>Aporrectodea rosea</i> (Savigny, 1826)	X	X	X
<i>Dendrobaena octaedra</i> (Savigny, 1826)	X		X
<i>Dendrobaena platyura</i> (Fitzinger, 1833)			X
<i>Dendrobaena pygmaea</i> (Savigny, 1826)			X
<i>Dendrodrilus rubidus</i> (Savigny, 1826)	X	X	
<i>Eiseniella tetraeda</i> (Savigny, 1826)	X	X	X
<i>Helodrilus antipae</i> (Michaelsen, 1891)			X
<i>Helodrilus oculatus</i> (Hoffmeister, 1845)		X	
<i>Lumbricus castaneus</i> (Savigny, 1826)	X	X	
<i>Lumbricus eiseni</i> (Hoffmeister, 1845)	X		
<i>Lumbricus rubellus</i> Hoffmeister, 1843	X	X	X
<i>Lumbricus terrestris</i> Linnaeus, 1758	X	X	X
<i>Murchieona minuscula</i> (Rosa, 1906)			X
<i>Octolasion cyaneum</i> (Savigny, 1826)	X	X	
<i>Octolasion tyrtaeum</i> (Savigny, 1826)		X	X
Anzahl Arten	12	12	14

verteilt), der zeitlichen Dauer (Ingelheim: zwei Termine innerhalb eines Jahres; Naturwaldreservat Kinzigau: 18 Probenahmen, die zwei Jahre abdecken; Rheinauen: Probenzahl nicht bekannt; Sammlungen erfolgten über mehrere Jahre hinweg) und der Probenahmemethodik (Ingelheim: Handauslese + Formolastreibung (plus Auswertung von Beifängen aus Barberfallen); Naturwaldreservat Kinzigau: Barberfallen, diverse Typen von Stammeklektoren und Stammfensterfallen; Rheinauen: Handauslese) stark differieren. Diese Unterschiede spiegeln sich partiell in der Artenzahl wieder, da diese in der in mehrfacher Hinsicht umfangreichsten Studie in den Rheinauen leicht gegenüber den beiden anderen Studien erhöht ist (14 gegenüber 12). In Ingelheim wurden in den Barberfallen – mit Ausnahme des Fehlens der Art *Helodrilus oculatus* – die gleichen Arten gefangen, wobei sich allerdings die Dominanzanteile unterscheiden.

Die Arten der ersten Gruppe gehören weitgehend zur weit verbreiteten Fauna von nicht zu sauren Standorten. Nur zwei gelten als Feuchteanzeiger (*Aporrectodea limicola*, *Eiseniella tetraeda*). In der zweiten Gruppe sind ebenfalls weit verbreitete Arten vertreten (vor allem die beiden *Octolasion*-Spezies sowie *Lumbricus castaneus*), wobei es auffällt, dass acidophile epigäische Arten wie *Dendrobaena octaedra* und *Dendrodrilus rubidus* regelmäßig an Standorten vorkommen, deren Boden-pH eher im neutralen Bereich liegt (z. B. Ingelheim: 5,9–6,5). Nur das Fehlen des Feuchteanzeigers *Allolobophora chlorotica* im Naturwaldreservat Kinzigau ist nicht erklärbar. Es ist zudem unbekannt, ob die Art *Aporrectodea handlirschi* ebenfalls eine feuchteliebende Art ist oder ob es sich um einen Zufall handelt, dass sie sowohl im Naturwaldreservat Kinzigau als auch in den Rheinauen auftaucht. Die dritte Gruppe setzt sich vor allem aus generell seltenen und meist sehr kleinen Arten zusammen. Es kann durchaus sein, dass sie in anderen Untersuchungen übersehen wurden. Eine Ausnahme stellt *Lumbricus eiseni* dar, die aufgrund ihrer Bindung an Totholz und ähnlichen Strukturen in Ingelheim und den Rheinauen mit den dort verwendeten Methoden höchstens durch Zufall hätte gefunden werden können.

Zusammenfassend lässt sich daher festhalten, dass die Regenwurmfauna im Naturwaldreservat Kinzigau qualitativ repräsentativ erfasst worden ist.

3.6.2 Diskussion der Regenwurmfänge der bisher untersuchten hessischen Naturwaldreservate

Im Zusammenhang mit dem, in der Einleitung und im Kapitel 2.3 „Bemerkungen zur Faunenerfassung“ bereits erwähnten, Konzept der „Bodenbiologischen Standortklassifikation“ (BBSK) (RÖMBKE et al. 1998) soll zuerst versucht werden, retrospektiv den Zusammenhang zwischen wichtigen Standortfaktoren (vor allem Bodeneigenschaften) und der Regenwurmbesiedlung darzustellen.

In den hessischen Naturwaldreservaten wurde eine Reihe von Standorteigenschaften nicht erhoben, die für Regenwürmer bedeutsam sind (siehe Tab. 7). Bei Anwendung der Regeln der Bodenbiologischen Standortklassifikation ist anhand dieser Angaben dennoch eine Zuordnung, wenn auch unter Vorbehalt, möglich: Aufgrund der geschätzten pH-Werte (> 4,5), der Bodenart Lehm und einer erhöhten Bodenfeuchte sollte die BBSK-Klasse XI (Standorttyp XI) vorliegen. Generell ist demnach eine Mull-Assoziation zu erwarten, die durch folgende Arten charakterisiert wird:

Allolobophora chlorotica, *Aporrectodea caliginosa*, *Aporrectodea limicola*, *Lumbricus rubellus*, *Lumbricus terrestris*, *Octolasion cyaneum*, *Octolasion tyrtaeum*.

Diese Arten kommen, mit Ausnahme von *Allolobophora chlorotica* (Savigny, 1826) und *Octolasion tyrtaeum* (Savigny, 1826), alle im Naturwaldreservat Kinzigau vor. Zudem kann, mit Vorbehalt, das Auftreten von *Octolasion cyaneum* mit dem von *Octolasion tyrtaeum* gleichgesetzt werden, da beide zusammen selten an einem Standort gefunden werden (CERNOSVITOV & EVANS 1947, TERHIVUO & SAURA 2003). Zusammen mit den Jungtieren der Gattungen *Aporrectodea* und *Lumbricus* sind dies 71,6 % aller in den Bodenfallen gefundenen Regenwürmer (vgl. Tab. 3). Überraschend hoch ist mit 22,2 % der Anteil der epigäischen acidophilen Arten wie *Dendrobaena octaedra*, *Dendrodrilus rubidus* und *Lumbricus eiseni*, die aufgrund der Bodeneigenschaften nicht im Naturwaldreservat Kinzigau zu erwarten waren. Dies könnte dadurch erklärt werden, dass es lokal, vielleicht im Zusammenhang mit dem hohen Feuchtegrad, Stellen im Wald gibt, die einen niedrigeren pH-Wert aufweisen. Das Auftreten der schon fast aquatischen Art *Eiseniella tetraeda* entspricht den Standorteigenschaften dagegen sehr gut, auch wenn sie im BBSK-Konzept gerade aufgrund der sehr an Fließgewässer angepassten

Tab. 7: Charakteristische Standorteigenschaften der fünf bisher untersuchten hessischen Naturwaldreservate

Parameter/Gebiet	Niddahänge	Schönbuche	Hohestein	Goldbachs- und Ziebachsrück	Kinzigaue
Vegetation	montaner Zahnwurz-Buchenwald	submontaner Hainsimsen-(Traubeneichen) Buchenwald	submontaner Waldgersten-/Seggen-Trockenhang Buchenwald	submontaner Hainsimsen-Traubeneichen-Buchenwald	Erlen-Ulmen-Auen-Feuchtwald
Niederschlag (pro Jahr)	1120 mm	716 mm	759 mm (inklusive Vergleichsflächen)	688 mm	712 mm
Höhe (m ü. NN)	560–620 m	370–450 m	455–565 m	330–340 m	107–108 m
Bodenart	lehmiger Schluff bis schluffiger Lehm	lehmiger bis schluffiger Sand	schluffige bis schluffig-tonige Lehme	lehmig-schluffiger Lehm bis Lehm	schluffiger Lehm
pH-Wert (KCl)	3,2–3,5	3,1–4,0	3,5–5,0	3,2–3,5	ca. 6 (geschätzt)
Humusform	F-Mull	mullartiger Moder bis typischer Moder	Of-Mull	mullartiger Moder	L-Mull
C/N-Verhältnis	?	15,0–22,5	?	?	?
Org. Gehalt	?	1–10 % Humus	?	?	?
Kommentar	generell gute Wasserversorgung	ein feuchter Fallenstandort (NH 1)	?	ein feuchter Fallenstandort (GZ 10)	generell sehr feucht; Auenstandort

Lebensweise beim Standorttyp XI (s. o.) nicht aufgeführt wird. Die Fänge der Stammeklektoren sind in diesem Zusammenhang weitgehend vernachlässigbar, da sie, wie aufgrund der Methodik zu erwarten, den rein corticol-epigäischen Anteil der Regenwurmzönose im Naturwaldreservat Kinzigaue widerspiegeln.

Anschließend werden die Ergebnisse der Regenwurmbeprobung im Naturwaldreservat Kinzigaue mit denen aus den Gebieten Goldbachs- und Ziebachsrück, Schönbuche, Niddahänge östlich Rudingshain sowie Hohestein (RÖMBKE 1999, 2001, 2006, 2009) verglichen. Da zu den Totalreservaten und Vergleichsflächen keine getrennten Aufnahmen zu den Standorteigenschaften vorlagen, können hier nur die Gebiete insgesamt verglichen werden. Die vier Buchenwäldern unterscheiden sich bei allen Gemeinsamkeiten (z. B. hinsichtlich Bodenart und Höhe) bzw. Unterschieden (z. B. der Niederschlagsmenge) in ihrer Gesamtheit vom Naturwaldreservat Kinzigaue deutlich:

- **Vegetation:** In den ersten vier Gebieten wurde der Wald durch Buchen (teils mit Koniferen-Einsprengseln) dominiert, im Naturwaldreservat Kinzigaue dagegen durch Eichen (ohne Koniferen).
- **Niederschläge:** Alle bisher untersuchten Gebiete liegen im selben Bereich mit Ausnahme der Niddahänge, wo die Regenmenge deutlich höher ist. Aufgrund der regelmässigen Überschwemmungen ist dennoch das Naturwaldreservat Kinzigaue mit Abstand der feuchteste Standort.
- **Höhe:** Nur das Naturwaldreservat Kinzigaue befindet sich im Flachland.
- **Bodenart:** Hier gibt es nur geringe Unterschiede: bei allen fünf Gebieten wurden (mehr oder weniger) schluffige Lehme als dominante Bodenart festgestellt.
- **pH-Wert:** Obwohl keine gemessenen Werte vorliegen dürfte nur im Naturwaldreservat Kinzigaue der pH im neutralen Bereich liegen, während er in den anderen vier Gebieten als stark- bis mittelsauer zu bezeichnen ist.
- **Humusform:** Hier sind die Unterschiede nicht so ausgeprägt, doch wiederum fällt das Naturwaldreservat Kinzigaue mit seiner Humusform L-Mull aus dem bisher erfassten Rahmen von F-Mull bis mullartiger Moder.
- **C/N-Verhältnis, Org. Gehalt:** Aufgrund der schlechten Datenlage ist hier keine Aussage zu den Unterschieden bzw. Gemeinsamkeiten der fünf Naturwaldreservaten möglich.

Damit unterscheidet sich das Naturwaldreservat Kinzigaue in fünf von sechs beurteilbaren Eigenschaften von den bisher untersuchten Naturwaldreservaten und deren Vergleichsflächen.

Aufgrund dieser Unterschiede sowie der Tatsache, dass die Unterschiede und Gemeinsamkeiten der Regenwurmgemeinschaften in den vier bisher untersuchten Naturwaldreservate ausführlich im Bericht zum Gebiet Goldbachs- und Ziebachsrück dargestellt wurden (RÖMBKE 2009) werden im Folgenden deren Zönosen derjenigen im Naturwaldreservat Kinzigaue gegenübergestellt (Tab. 8).

Tab. 8: Ergebnisse der Regenwurmbeprobung in den fünf bisher untersuchten hessischen Naturwaldreservaten (= Totalreservaten) und ihren Vergleichsflächen

* Geschätzte Gesamtanzahl ohne Auftrennung in Totalreservat und Vergleichsfläche; ** = inklusive April 1994;
 *** = *Octolasion* sp. nur durch Jungtiere nachgewiesen; **** = *Helodrilus* sp. nur durch Jungtiere nachgewiesen

Familien, Parameter	Niddahänge		Schönbuche		Hohestein		Goldbachs- und Ziebachsrück		Kinzigaue Totalreservat
	Totalreservat	Vergleichsfläche	Totalreservat	Vergleichsfläche	Totalreservat	Vergleichsfläche	Totalreservat	Vergleichsfläche	
Enchytraeidae	100*		307*		333	69	317	1890	14414
Lumbricidae	828		1068		632		1543		1811
- davon ausgewertet	778		1036		545		1215		1274
Anzahl in Totalreservat / Vergleichsfläche	446	332	996	40	425	120	570	645	1274
Verhältnis Totalreservat : Vergleichsfläche (%)	57 : 43		96 : 4		78 : 22		44 : 56		-
Anzahl Fangjahr I / Fangjahr II	253 / 193	207 / 125	803 / 193	25 / 15	321 / 104	73 / 47	411 / 159	503 / 145	590 / 684
Verhältnis Fangjahr I : II (%)	57 : 43	62 : 38	81 : 19	63 / 37	76 : 24	61 : 39	72 : 28	78 : 22	46 : 56
Anzahl in Bodenfallen / Eklektoren	159 / 287	136 / 196	146 / 850	32 / 8	82 / 343	59 / 61	55 / 515	101 / 544	884 / 390
Verhältnis Bodenfallen zu allen Eklektoren (%)	36 : 64	41 : 59	15 : 85	80 : 20	19 : 81	49 : 51	10 : 90	16 : 84	69 : 31
Verhältnis Juvenile : Adulte (gesamt) (%)	69 : 31	64 : 36	67 : 33	47 : 53	48 : 52	58 : 42	58 : 42	48 : 52	63 : 37
Verhältnis endogäische : tiefgrabende : epigäische : corticole Regenwürmer (%)	14 : 0 : 72 : 14	15 : 1 : 69 : 15	1 : 3 : 73 : 23	0 : 5 : 82 : 13	2 : 2 : 75 : 21	3 : 1 : 82 : 14	2 : 0 : 79 : 19	2 : 0 : 65 : 33	15 : 1 : 69 : 14
Artenzahl Lumbricidae	10	12	9	4 (5)****	10	9 (10)****	8 (9)**	6 (7)**	12 (13)***
Dominante Arten (alle > 1 %) (ohne Jungtiere)	<i>A. caliginosa</i> <i>D. octaedra</i> <i>D. rubidus</i> <i>L. castaneus</i> <i>L. eiseni</i> <i>L. rubellus</i>	<i>A. caliginosa</i> <i>D. octaedra</i> <i>D. rubidus</i> <i>L. castaneus</i> <i>L. rubellus</i> <i>O. tyrtaeum</i>	<i>D. octaedra</i> <i>D. rubidus</i> <i>L. eiseni</i> <i>L. rubellus</i>	<i>D. octaedra</i> <i>D. rubidus</i> <i>L. eiseni</i> <i>L. rubellus</i>	<i>A. caliginosa</i> <i>D. octaedra</i> <i>D. rubidus</i> <i>L. eiseni</i> <i>L. rubellus</i> <i>L. terrestris</i>	<i>D. octaedra</i> <i>D. rubidus</i> <i>L. castaneus</i> <i>L. rubellus</i>	<i>D. octaedra</i> <i>D. rubidus</i> <i>L. eiseni</i> <i>L. rubellus</i>	<i>D. octaedra</i> <i>D. rubidus</i> <i>L. eiseni</i> <i>L. rubellus</i>	<i>A. limicola</i> <i>D. octaedra</i> <i>D. rubidus</i> <i>L. eiseni</i> <i>L. castaneus</i> <i>L. eiseni</i> <i>L. rubellus</i>
Dominant in den Bodenfallen (alle > 5 %) (ohne Jungtiere)	<i>A. caliginosa</i> <i>D. octaedra</i> <i>L. castaneus</i> <i>L. eiseni</i> <i>L. rubellus</i>	<i>A. caliginosa</i> <i>D. octaedra</i> <i>L. castaneus</i> <i>L. rubellus</i> <i>O. tyrtaeum</i>	<i>D. octaedra</i> <i>L. rubellus</i>	<i>D. octaedra</i> <i>L. rubellus</i>	<i>D. octaedra</i> <i>L. rubellus</i> <i>L. terrestris</i>	<i>D. octaedra</i> <i>L. castaneus</i> <i>L. rubellus</i>	<i>D. octaedra</i> <i>D. rubidus</i> <i>L. eiseni</i> <i>L. rubellus</i>	<i>D. octaedra</i> <i>L. eiseni</i> <i>L. rubellus</i>	<i>A. caliginosa</i> <i>A. limicola</i> <i>L. eiseni</i> <i>L. rubellus</i>
Dominant in den Eklektoren (alle > 5 %) (ohne Jungtiere)	<i>D. rubidus</i> <i>L. eiseni</i>	<i>L. eiseni</i>	<i>D. rubidus</i> <i>L. eiseni</i>	<i>L. eiseni</i>	<i>D. rubidus</i> <i>L. eiseni</i>	<i>D. rubidus</i> <i>L. eiseni</i>	<i>D. octaedra</i> <i>D. rubidus</i> <i>L. eiseni</i>	<i>D. octaedra</i> <i>D. rubidus</i> <i>L. eiseni</i>	<i>L. eiseni</i>
Bemerkenswerte Arten	<i>L. eiseni</i>	<i>L. eiseni</i>	<i>L. eiseni</i>	<i>L. eiseni</i>	<i>L. eiseni</i> <i>L. meliboeus</i>	<i>L. eiseni</i>	<i>E. fetida</i> <i>L. eiseni</i>	<i>E. fetida</i> <i>L. eiseni</i>	<i>A. handlirschi</i> <i>L. eiseni</i>

Im Naturwaldreservat Kinzigaue wurden, obwohl es hier keine Vergleichsfläche gab, mit 1811 Regenwürmern mehr Tiere als in den vier bisher beprobten Gebieten gefangen, was vor allem beim Vergleich mit den jeweiligen Totalreservaten deutlich wird: hier ist deren Zahl im Naturwaldreservat Kinzigaue um den Faktor 1,3–3,0 höher. Zugleich war auch die Zahl der gleichzeitig erfassten Enchytraen um ein Vielfaches, d. h. um den Faktor 7–140, höher als in den anderen Naturwaldreservaten. Diese hohe Anzahl dürfte direkt auf die hohe und im Jahresverlauf ausgeglichene Bodenfeuchte zurückzuführen sein. Dies ist wohl auch der Grund dafür, dass im Naturwaldreservat Kinzigaue, vor allem in der Flutmulde, eine hohe Zahl von Egel gefunden wurde – was in keinem anderen untersuchten Naturwaldreservat bisher der Fall war.

Nur im Naturwaldreservat Kinzigaue wurden im ersten Fangjahr weniger Regenwürmer als im zweiten Fangjahr gesammelt, wobei die Differenz zum Totalreservat Niddahänge gering ist, während in den anderen drei Totalreservaten sowie der Vergleichsfläche des Goldbachs- und Ziebachsrücks mit mindestens 72 % im ersten Fangjahr größere Unterschiede gefunden wurden (in den Vergleichsflächen der Schönbuche und des Hohesteins lag das entsprechende Verhältnis bei ca. 62 : 38 %).

Eindeutiger ist die Situation hinsichtlich der Verteilung der Funde auf die verschiedenen Fallentypen, denn nur im Naturwaldreservat Kinzigaue sowie in der Vergleichsfläche der Schönbuche wurden (deutlich) mehr Tiere in den Bodenfallen als in allen anderen Fallentypen zusammen gefangen

(69 : 31 %). Die genannte Ausnahme kann allerdings auch dadurch zustande gekommen sein, dass dort die Absolutzahl der Regenwürmer mit gerade 40 Individuen so niedrig lag, dass das resultierende Verhältnis auch zufällig zustande gekommen sein kann.

Obwohl auch an diesem Standort die für die Stammeklektoren typische corticole Art *Lumbricus eiseni* bei Betrachtung aller Proben zusammen den höchsten Dominanzanteil zeigte dürfte die hohe Fängigkeit der Barberfallen auf die langanhaltende Feuchtigkeit der oberen Bodenschichten (inklusive der Streulage) zurückzuführen sein, die wiederum die Aktivität der Regenwürmer erleichtert.

Die Anzahl der juvenilen Tiere war im Naturwaldreservat Kinzigau genau wie in beiden Flächen der Niddahänge sowie dem Totalreservat der Schönbuche höher als die der adulten Tiere. In der Vergleichsfläche der Schönbuche sowie in jeweils beiden Flächen des Hohesteins und des Goldbachs- und Ziebachsricks gab es keinen Unterschied beim Anteil der beiden Altersstadien.

Die Artenzahl der in allen Proben der jeweiligen Teilfläche ist im Naturwaldreservat Kinzigau mit 12–13 sehr hoch, nur vergleichbar mit derjenigen in der Vergleichsfläche der Niddahänge. Bei den meisten Flächen (Niddahänge: Totalreservat, Schönbuche: Totalreservat, Hohestein: Totalreservat und Vergleichsfläche, Goldbachs- und Ziebachsrick: Totalreservat) liegt die Artenzahl in einem mittleren Bereich zwischen 8 und 10. Nur in den Vergleichsflächen der Schönbuche (4–5) und des Goldbachs- und Ziebachsricks (6–7) ist die Artenzahl niedriger.

Auch auf der Einzelartebene zeigen sich charakteristische Unterschiede zwischen den acht bisher untersuchten Flächen der vier Untersuchungsgebiete und dem hier beschriebenen Naturwaldreservat Kinzigau. Dies zeigt sich zum einen an der ausgeglichenen Dominanzverteilung, denn bei Betrachtung der Gesamtzahl wurden sechs Arten mit einem Anteil von mehr als 1 % gefunden, was ansonsten nur in den beiden Flächen der Niddahänge sowie dem Totalreservat des Hohesteins vorkam. In beiden Flächen der Schönbuche und des Goldbachs- und Ziebachsricks sowie der Vergleichsfläche des Hohesteins lag die Zahl der dominanten Arten bei vier bis fünf. Auch bei alleiniger Betrachtung der in den Bodenfallen gefangenen Tiere zeigt sich eine ähnliche Zweiteilung (Anteil > 5 %): im Naturwaldreservat Kinzigau sowie beiden Flächen der Niddahänge wurden vier bis fünf dominante Arten gezählt, während es auf allen anderen Flächen nur zwei bis drei waren. In den verschiedenen Eklektorfallen zeigt sich ein anderes Bild: hier wurden in allen Untersuchungsflächen nur ein bis zwei dominante Arten (Anteil > 5 %) gefunden, während es nur im Goldbachs- und Ziebachsrick drei waren (sowohl Totalreservat als auch Vergleichsfläche). Bemerkenswert war auf allen Flächen aller Naturwaldreservat nur die Art *Lumbricus eiseni*. Darüber hinaus wurden die Arten *Lumbricus meliboeus* (Totalreservat Hohestein), *Eisenia fetida* (Totalreservat und Vergleichsfläche des Goldbachs- und Ziebachsrick) sowie *Aporrectodea handlirschi* (Naturwaldreservat Kinzigau) als Besonderheit auf einzelnen Flächen festgestellt, wobei deren Auftreten teilweise mit bestimmten Standorteigenschaften erklärt werden kann.

Schließlich zeigen sich bei den Anteilen der ökologischen Gruppen eindeutige Unterschiede zwischen dem Naturwaldreservat Kinzigau und allen bisher untersuchten Gebieten mit Ausnahme der Niddahänge (beide Flächen): bei diesen drei Flächen ist der Anteil der endogäischen Würmer höher (14–15 %) als in allen anderen Flächen, wo der Anteil dieser Gruppe zwischen 0 und 3 % liegt. Demzufolge ist der Anteil der epigäischen und corticolen Würmer auf diesen drei Flächen mit 83–86 % niedriger. Der Anteil der anözischen Würmer beträgt dagegen durchgehend 0–2 %; nur bei den beiden Flächen der Schönbuche ist er mit 3 % (Totalreservat) bzw. 5 % (Vergleichsfläche) höher, was aber im Fall der Vergleichsfläche durch die sehr niedrige Fangzahl (gerade 40 Tiere) begünstigt wird.

Aufgrund seines integrierenden Charakters ist der Anteil der ökologischen Gruppen gut für einen Vergleich aller neun bisher untersuchten Flächen geeignet (Tab. 9). Demnach gibt es praktisch keinen Unterschied zwischen Totalreservaten und Vergleichsflächen: in beiden Gruppen liegt der Anteil endogäischer Würmer bei rund 6 %, derjenige der Vertikalbohrer bei knapp 2 %, der der epigäischen Tiere bei rund 74 % und der der corticolen Regenwürmer bei ca. 18 %. Bei Einbeziehung der erheblichen Unterschiede innerhalb und zwischen den bisher untersuchten Flächen ist diese geringe mittlere Unterschied zwischen Totalreservaten und Vergleichsflächen überraschend, da die Bewirtschaftung der Vergleichsflächen als Störung anzusehen ist und sich demnach (auch) bei der Verteilung der ökologischen Gruppen widerspiegeln sollte. Wahrscheinlich ist aber die Trennung in bewirtschaftete und unbewirtschaftete Bereiche noch nicht lang genug, um die sich im Laufe der Zeit ergebenden Unterschiede in der Regenwurmzönose aufgrund von Bewirtschaftungsmaßnahmen schon deutlich erkennen zu können.

Tab. 9: Vergleich der Anteile der vier ökologischen Gruppen an der Gesamtzahl der in den Totalreservaten und den Vergleichsflächen gefangenen Regenwürmern

Ökologische Gruppen	Totalreservate						Vergleichsflächen					Mittelwert Gesamt
	Niddahänge	Schönbuche	Hohestein	Goldbachs- und Ziebachsrück	Kinzigau	Mittelwert	Niddahänge	Schönbuche	Hohestein	Goldbachs- und Ziebachsrück	Mittelwert	
Mineralschichtbewohner	14	1	2	2	15	6,8	15	0	3	2	5,0	6,0
Vertikalgräber	0	3	2	0	1	1,2	1	5	1	0	1,8	1,4
Streuschichtbewohner	72	73	75	79	69	73,6	69	82	82	65	74,5	74,0
Rindenbewohner	14	23	21	19	14	18,2	15	13	14	33	18,8	18,4

Zusammenfassend lässt sich damit festhalten, dass sich die Regenwurmzönosen an den vier bisher untersuchten hessischen Gebieten im Allgemeinen ähneln; d. h. die Artenzusammensetzung wird offenbar mehr von den Gemeinsamkeiten als von den Unterschieden in den Standort- und Bodencharakteristika beeinflusst. Allerdings spiegelt die Artenzusammensetzung den Grad der Homogenität der jeweiligen Untersuchungsfläche wieder: d. h. Artenzahl und -zusammensetzung verändern sich deutlich, wenn im Gebiet besonders feuchte Stellen vorkommen. Demgegenüber zeigen sich sowohl qualitativ wie quantitativ deutliche Unterschiede zwischen der Regenwurmgemeinschaft im Naturwaldreservat Kinzigau und sechs der bisher untersuchten acht Flächen der vier Untersuchungsgebiete (die beiden Flächen der Niddahänge ähneln in Hinsicht auf den hohen Anteil an endogäischen Würmern und die hohe Artenzahl eher dem Naturwaldreservat Kinzigau als den restlichen drei Gebieten. Dabei dürfte die höhere Bodenfeuchte sowie der eher neutrale pH-Wert im Zusammenhang mit der Ausprägung dieser Gemeinsamkeiten eine Rolle spielen.

4 Literatur

- BALTZER, R. 1956. Die Regenwürmer Westfalens. Zoologisches Jahrbuch Abteilung Systematik 84: 335-414.
- BBODSCHG (Bundesbodenschutzgesetz) 1998. Gesetz zum Schutz vor schädlichen Bodenveränderungen und zur Sanierung von Altlasten. Bundes-Bodenschutzgesetz vom 17. März 1998. BGBl Bundesgesetzblatt, Teil I, Nr. 16: 502-510.
- BECK, L.; DUMPERT, K.; FRANKE, U.; MITTMANN, H.; RÖMBKE, J. & SCHÖNBORN, W. 1988. Vergleichende ökologische Untersuchungen in einem Buchenwald nach Einwirkung von Umweltchemikalien. Jülich Spezial 439: 548-701.
- BELOTTI, E. 1997. Beeinträchtigung des Bodens als Filter und Puffer für Schadstoffe gegenüber endogäischen Regenwürmern. Bericht der Firma Knoll Ökoplan, 72 S.
- BISPO, A.; CLUZEAU, D.; CREAMER, R.; DOMBOS, M.; GRAEFE, U.; KROGH, P. H.; SOUSA, J. P.; PERES, G.; RUTGERS, M.; WINDING, A. & RÖMBKE, J. 2009. Indicators for Monitoring Soil Biodiversity. Integrated Environmental Assessment and Management 5: 717-719. doi: 10.1897/IEAM_2009-064.1
- BLAKEMORE, R. J. 2002. Cosmopolitan earthworms – an eco-taxonomic guide to the peregrine species of the world. First CD Edition. Kippax/Australia: VermEcology. 426 S. & 80 Abb.
- BLICK, T. & DOROW, W. H. O. 2012. Untersuchungsgebiet und Methoden. Naturwaldreservat Kinzigau (Hessen). Untersuchungszeitraum 1999-2001. In: BLICK, T.; DOROW, W. H. O. & KOPELKE, J.-P. Kinzigau. Zoologische Untersuchungen 1999-2001, Teil 1. Naturwaldreservate in Hessen 12: 5-21.
- BOUCHÉ, M. B. 1972. Lombriciens de France. Écologie et systématique. Paris: INRA Publ. 72-2, Institut National de Recherches Agricoles Annales de zoologie. Ecologie animale, hors série 72 (2). 671 S.

- BOUCHÉ, M. B. 1977. Stratégies lombriciennes. In: LOHM, U. & PERSSON, T. (Hrsg.). Soil organisms as components of ecosystems. Ecological Bulletins NFR 25: 122-132.
- BRIONES, M. J. I.; MASCATO, R. & MATO, S. 1995. Autecological study of some earthworm species (Oligochaeta) by means of ecological profiles. Pedobiologia 39: 97-106.
- CERNOSVITOV, L. & EVANS, A. C. 1947. Lumbricidae (Annelida). With a key to the common species. Synopses of the British Fauna 6: 1-36.
- CSUZDI, C. & ZICSI, A. 2003. Earthworms of Hungary. Pedozoologica Hungarica 1: 1-271.
- DOROW, W. H. O.; FLECHTNER, G. & KOPELKE, J.-P. 1992. Naturwaldreservate in Hessen. Band 3. Zoologische Untersuchungen – Konzept. Mitteilungen der Hessischen Landesforstverwaltung 26: 1-159.
- DUNGER, W. & FIEDLER, H. J. 2000. Methoden der Bodenbiologie. 2. neubearbeitete Auflage. Fischer: Jena. 539 S.
- EASTON, E. G. 1983. A guide to the valid names of Lumbricidae (Oligochaeta). In: J. E. SATCHELL (ed.). Earthworm ecology - from Darwin to vermiculture. London: Chapman & Hall. S. 475-487.
- EDWARDS, C. A. 1998. Earthworm ecology. Boca Raton: CRC Press. 389 S.
- EDWARDS, C. A. & BOHLEN, P. R. 1997. Biology of earthworms. London: Chapman & Hall. 276 S.
- EGGERT, U. J. 1982. Vorkommen und Verbreitung der Regenwürmer (Lumbricidae) des Naturparks „Hoher Vogelsberg“. Beiträge zur Naturkunde in Osthessen 18: 61-103.
- FARKAC, J.; KRAL, D. & ŠKORPIK, M. 2005. Red list of threatened species in the Czech Republic. Invertebrates. Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, Praha, 760 S.
- FERNÁNDEZ, R.; NOVO, M.; GUTIÉRREZ, M.; ALMODÓVAR, A. & DÍAZ, C. D. J. 2010. The never ending story of the *Aporrectodea caliginosa* species complex: new insights into its phylogeny. The 9th International Symposium on Earthworm ecology 5th to 10th Sept. 2010, Xalapa, Mexico. S. 8.
- GATES, G. E. 1978. The earthworm genus *Lumbricus* in North America. Megadrilogica 3: 81-116.
- GATES, G. E. 1979. Contributions to a revision of the earthworm family Lumbricidae: 23. The genus *Dendrodrilus* in North America. Megadrilogica 3: 151-162.
- GORNY, M. 1984. Studies on the relationship between enchytraeids and earthworms. S. 769-778. In: SZEGI, J. (Hrsg.). Soil biology and conservation of the biosphere, Vol. 2. Budapest: Akadémiai Kiadó. XI S. & S. 461-902.
- GRAFF, O. 1953. Die Regenwürmer Deutschlands. Schriftenreihe der Forschungsanstalt für Landwirtschaft Braunschweig-Völkenrode 7: 1-70.
- HAMPSON, M. C. & COOMBES, J. W. 1989. Pathogenesis of *Syntrychium endobioticum*. VII. Earthworms as vectors of wart disease of potato. Plant and Soil 116: 147-150. doi: 10.1007/BF02214540
- HÖSER, N. 1997. Standörtliche Bindung als Kriterium der Artentrennung bei der Regenwurm-Gattung *Proctodrilus*. Abhandlungen und Berichte des Naturkundlichen Museums Görlitz 69: 151-156.
- ISO (International Organization for Standardization) 2005: Soil quality – sampling of soil invertebrates. Part 1: Hand-sorting and formalin extraction of earthworms. ISO 23611-1. Genève: ISO. 12 S.
- ISO (International Organization for Standardization) 2006a. Soil quality – sampling of soil invertebrates. Part 1: Hand-sorting and formalin extraction of earthworms. ISO 23611-1. Genève: ISO. 17 S.
- ISO (International Organization for Standardization) 2006b. Soil quality – sampling of soil invertebrates. Part 3: Sampling and soil extraction of enchytraeids. ISO 23611-3. Genève: ISO. 15 S.
- LAVELLE, P. 1984. The soil system in the humid tropics. Biology International 9: 2-17.
- LAVELLE, P.; BIGNELL, D. & LEPAGE, M. 1997. Soil function in a changing world: the role of invertebrate ecosystem engineers. European Journal of Soil Biology 33: 159-193.
- LEE, K. E. 1985. Earthworms: their ecology and relationships with soils and land use. Sydney: Academic Press. 411 S.

- LENTZSCH, P.; JOSCHKO, M. & GRAFF, O. 2001. Genetische Subtypen von *Allolobophora caliginosa* in Nordostbrandenburg. Mitteilungen der Deutschen Bodenkundlichen Gesellschaft 95: 71-74.
- MRSIC, N. 1990. Description of a new subgenus, three new species and taxonomic problems of the genus *Allolobophora* sensu Mrcsic and Sapkarev 1988 (Lumbricidae, Oligochaeta). Biološki Vestnik 38: 49-68.
- MRSIC, N. 1991. Monograph on earthworms (Lumbricidae) of the Balkans. Ljubljana: Slovenska Akademija Znanosti Umetnosti. 757 S.
- OMODEO, P. 1956. Contributo alla revisione dei Lumbricidae. Archivio Zoologico Italiano 41: 129-212.
- PETERSEN, H. & LUXTON, M. 1982. A comparative analysis of soil fauna populations and their role in decomposition processes. Oikos 39: 287-388.
- PHILLIPSON, J.; ABEL, R.; STEEL, J. & WOODDELL, S. R. J. 1976. Earthworms and the factors governing their distribution in an English beechwood. Pedobiologia 16: 258-285.
- QIU, J.-P. & BOUCHÉ, M. B. 1998a. L'interprétation des caractéristiques lombriciennes. Documents Pédozoologiques et Intégréologiques 3: 119-178.
- QIU, J.-P. & BOUCHÉ, M. B. 1998b. Révision des taxons supraspécifiques de Lumbricoidea. Documents Pédozoologiques et Intégréologiques 3: 179-216.
- QIU, J.-P. & BOUCHÉ, M. B. 1998c. Liste classée des taxons valides de Lombriciens. Documents Pédozoologiques et Intégréologiques 4: 181-200.
- RÖMBKE, J. 1985. Zur Biologie eines Buchenwaldbodens. 6. Die Regenwürmer. Carolea 43: 93-104.
- RÖMBKE, J. 1989. Zur Biologie eines Buchenwaldbodens. 12. Die Enchytraeidae. Carolea 47: 55-92.
- RÖMBKE, J. 1999. Lumbricidae (Regenwürmer). In: FLECHTNER, G.; DOROW, W. H. O. & KOPELKE, J.-P. Naturwaldreservate in Hessen. Band 5/2.1. Niddahänge östlich Rudingshain. Zoologische Untersuchungen 1990-1992, Teil 1. Mitteilungen der Hessischen Landesforstverwaltung 32/1: 57-83.
- RÖMBKE, J. 2001. Lumbricidae (Regenwürmer). In: FLECHTNER, G.; DOROW, W. H. O. & KOPELKE, J.-P. Naturwaldreservate in Hessen. Band 6/2.1. Schönbuche. Zoologische Untersuchungen 1990-1992, Teil 1. Hessen-Forst – FIV Ergebnis- und Forschungsbericht 28/1: 27-52.
- RÖMBKE, J. 2006. Lumbricidae (Regenwürmer). In: FLECHTNER, G.; DOROW, W. H. O. & KOPELKE, J.-P. Naturwaldreservate in Hessen. Band 7/2.1. Hohestein. Zoologische Untersuchungen 1994-1996, Teil 1. Mitteilungen der Hessischen Landesforstverwaltung 41: 29-59.
- RÖMBKE, J. 2009. Die Regenwürmer (Lumbricidae) des Naturwaldreservats Goldbachs- und Ziebachsrück (Hessen). Untersuchungszeitraum 1994-1996. In: DOROW, W. H. O.; BLICK, T. & KOPELKE, J.-P. Naturwaldreservate in Hessen. Band 11/2.1. Goldbachs- und Ziebachsrück. Zoologische Untersuchungen 1994-1996, Teil 1. Mitteilungen der Hessischen Landesforstverwaltung 45: 25-55.
- RÖMBKE, J.; BECK, L.; FÖRSTER, B.; FRÜND, H.-C.; HORAK, F.; RUF, A.; ROSCICZEWSKI, K.; SCHEURIG, M. & WOAS, S. 1997. Boden als Lebensraum für Bodenorganismen und bodenbiologische Standortklassifikation – Literaturstudie. Texte und Berichte zum Bodenschutz 4/97. Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg (Karlsruhe). 390 S. + Anhang.
- RÖMBKE, J.; BECK, L.; FÖRSTER, B. & RUF, A. 1998. Aspekte der Untersuchung und Bewertung bodenzoologischer Zustandsparameter. In: JESSEL, B. (Hrsg.). Das Schutzgut Boden in der Naturschutz- und Umweltplanung. Laufener Seminarbeiträge 5/98: 63-70.
- RÖMBKE, J.; BECK, L.; FÖRSTER, B.; SCHEURIG, M. & HORAK, F. 1995. Ergebnisse einer Literaturstudie zum Komplex Bodenfauna und Umwelt. Mitteilungen der Deutschen Bodenkundlichen Gesellschaft 75: 111-114.
- RÖMBKE, J.; JÄNSCH, S. & DIDDEN, W. 2005. The use of earthworms in ecological soil classification and assessment concepts. Ecotoxicology and Environmental Safety 62: 249-265. doi: 10.1016/j.ecoenv.2005.03.027

- RUF, A.; BECK, L.; DREHER, P.; HUND-RINKE, K.; RÖMBKE, J. & SPELDA, J. 2003. A biological classification concept for the assessment of soil quality: "biological soil classification scheme" (BBSK). *Agriculture, Ecosystems and Environment* 98: 263-271. doi: 10.1016/S0167-8809(03)00086-0
- RUTGERS, M.; MULDER, C. & SCHOUTEN, A. J. (Hrsg.) 2008. Soil ecosystem profiling in the Netherlands with ten references for biological soil quality. Bericht für das RIVM Nr. 607604009, Bilthoven: Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu. 88 S.
- SATCHELL, J. E. 1983. *Earthworm ecology: from Darwin to vermiculture*. London: Chapman & Hall. 495 S.
- SCHÄFER, M. & SCHAUERMANN, J. 1990. The soil fauna of beech forests: comparison between a mull and a moder soil. *Pedobiologia* 34: 299-314.
- SCHOUTEN, A. J.; BREURE, A. M.; BLOEM, J.; DIDDEN, W.; DE RUITER, P. C. & SIEPEL, H. 1999. Life support functies van de bodem: operationalisering t. b. v. het biodiversiteitsbeleid. RIVM, Report Rapport 607601003. Bilthoven: Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu. 55 S.
- SIMS, R. W. & GERARD, B. M. 1999. Earthworms. In: KERMAK, D. M. & BARNES, R. S. K. (Hrsg.). *Synopses of the British fauna (new series)*, no. 31. London: E. J. Brill, W. Backhuys. 171 S.
- SPURGEON, D. J.; SANDIFER, R. D. & HOPKIN, S. P. 1996. The use of macro-invertebrates for population and community monitoring of metal contamination – indicator taxa, effect parameters and the need for a soil invertebrate prediction and classification scheme (SIVPACS). S. 95-109. In: VAN STRAALLEN, N. M. & KRIVOLUTSKY, D. A. (Hrsg.). *Bioindicator systems for soil pollution*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers. 272 S.
- STEFFENS, L. 2011. *Ökologische Charakterisierung der Regenwürmer Deutschlands im Rahmen der Bodenqualitätsbeurteilung*. Frankfurt/Main: Diplomarbeit, Universität. 130 S.
- STOJANOVIC, M., MILUTINOVIC, T. & KARMAN, S. 2008. Earthworm (Lumbricidae) diversity in the Central Balkans.: An evaluation of their conservation status. *European Journal of Soil Biology* 44: 57-64. doi: 10.1016/j.ejsobi.2007.09.005
- STOP-BØWITZ, C. 1969. A contribution to our knowledge of the systematics and zoogeography of Norwegian earthworms. *Nytt magasin for zoologi* 17: 169-280.
- SWIFT, M. J.; HEAL, O. W. & ANDERSON, J. M. 1979. *Decomposition in terrestrial ecosystems*. Studies in Ecology 5. Oxford: Blackwell. 372 S.
- TERHIVUO, J. & SAURA, A. 2003. Low clonical diversity and morphometrics in the parthogenetic earthworm *Octolasion cyaneum*. *Pedobiologia* 47: 434-439. doi: 10.1078/0031-4056-00209
- VOLZ, H., 1962. Beiträge zu einer pedozoologischen Standortslehre. *Pedobiologia* 1: 242-290.
- VOLZ, P. 1976. Die Regenwurm-Populationen im Naturschutzgebiet „Hördter Rheinaue“ und ihre Abhängigkeit vom Feuchtigkeitsregime des Standorts. *Mitteilungen Pollichia* 64: 110-120.
- ZACHARIAE, G. 1965. Spuren tierischer Tätigkeit im Boden des Buchenwaldes. *Forstwissenschaftliche Forschung* 20: 1-68.
- ZICSI, A. 1982. Verzeichnis der bis 1971 beschriebenen und revidierten Taxa der Familie Lumbricidae. *Acta Zoologica Academiae Scientiarum Hungaricae* 28: 421-454.
- ZICSI, A. 1985. Über die Gattungen *Helodrilus* und *Proctodrilus* gen. n. (Oligochaeta: Lumbricidae). *Acta Zoologica Hungarica* 31: 275-289.